

• РАДИО И СВЯЗЬ •

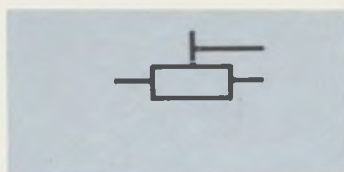
СПРАВОЧНИК

РАЗРАБОТКА
И ОФОРМЛЕНИЕ
КОНСТРУКТОРСКОЙ
ДОКУМЕНТАЦИИ
РЭА

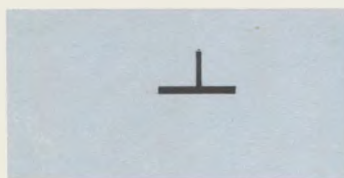
РАЗРАБОТКА
КОНСТРУКТОРСКОЙ
ДОКУМЕНТАЦИИ
РЭА



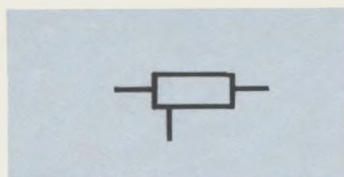
СПРАВОЧНИК



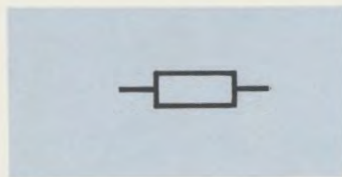
Резистор
подстроечный



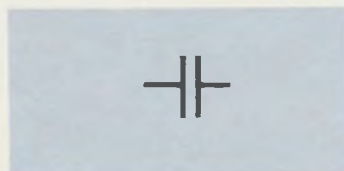
Корпус



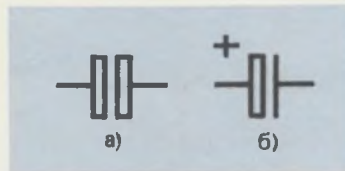
Резистор
постоянный
с одним отводом



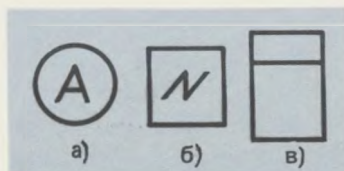
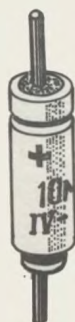
Резистор
нерегулируемый



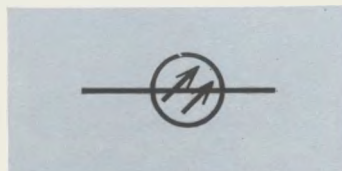
Конденсатор
постоянной
емкости



Конденсатор
электролитический:
а) неполяризованный
б) поляризованный



Прибор измерительный:
а) показывающий
(амперметр)
б) регистрирующий
(осциллограф)
в) интегрирующий (счетчик)



Световод волоконный,
кабель световой

СПРАВОЧНИК

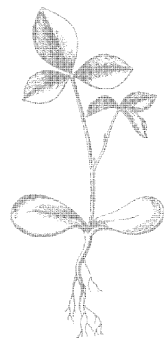
РАЗРАБОТКА И ОФОРМЛЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ РЭА

2-е ИЗДАНИЕ
ПЕРЕРАБОТАННОЕ
И ДОПОЛНЕННОЕ

*Под редакцией
кандидата
технических наук
доцента
Э. Т. Романычевой*



МОСКВА „РАДИО И СВЯЗЬ”
1989



Scan AAW

ББК 32.844

P17

УДК 658.512.2 : 621.396.6(03)

Рецензент кандидат технических наук **А. И. Пименов**

Редакция литературы по конструированию и технологии производства радиоэлектронной аппаратуры

Авторы: Э. Т. Романычева, А. К. Иванова, А. С. Куликов, Н. Г. Миронова, А. В. Антипов

Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектронной аппаратуры: Справочник / Э. Т. Романычева, А. К. Иванова, А. С. Куликов и др.; Под ред. Э. Т. Романычевой. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Радио и связь, 1989. — 448 с.: ил.

ISBN 5-256-00289-9.

Содержатся материалы и рекомендации для разработки, оформления и применения конструкторской документации радиоэлектронной аппаратуры (электронных блоков, плат, микросхем и др.).

Второе издание не является стереотипом первого (1984 г.): внесены изменения и дополнения, обусловленные развитием стандартов ЕСКД и отраслевых; включены сведения по автоматизации чертежно-конструкторских работ.

Для инженерно-технических работников, занимающихся разработкой и производством радиоэлектронной аппаратуры; может быть полезна студентам вузов при курсовом и дипломном проектировании.

P 2304030000-047

046(01)-89

132-89

ББК 32.844

Справочное издание

**Романычева Эльза Тимофеевна, Иванова Алла Константиновна,
Куликов Андрей Сергеевич, Миронова Нонна Георгиевна,
Антипов Анатолий Викторович**

**РАЗРАБОТКА И ОФОРМЛЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ**

Справочник

**Заведующий редакцией П. И. Никонов
Редактор Н. К. Калинин
Переплет художника Н. А. Пашуро
Художественный редактор А. С. Широков
Технический редактор А. Н. Золотарева
Корректор Т. В. Дзюмилович**

ИБ № 1699

Сдано в набор 6.06.88. Подписано в печать 19.12.88. Т-18590.

Формат 60×88^{1/16}. Бумага офсетная № 1. Гарнитура «литературная». Печать офсетная. Усл. печ. л. 27,44. Усл. кр.-отт. 27,93. Уч.-изд. л. 27,59. Тираж 50 000 экз. (1 зав. 1—25 000 экз.)

Изд. № 22107. Зак. 1386. Цена 1 р. 80 к.

Издательство «Радио и связь», 101000 Москва, Почтамт, а/я 693

Московская типография № 4 Союзполиграфпрома

при Государственном комитете СССР

по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.

129041, Москва, Б. Переяславская ул., 46

ISBN 5-256-00289-9

© Издательство «Радио и связь», 1989

ПРЕДИСЛОВИЕ

Создание изделий радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) начинается с разработки конструкторской документации, выполняемой в соответствии с требованиями соответствующих стандартов. В Советском Союзе действует ряд систем (комплексов) государственных стандартов (ГОСТ) и технической документации, обозначаемых порядковыми номерами, например:

1. Государственная система стандартизации (ГСС).
2. Единая система конструкторской документации (ЕСКД).
3. Единая система технологической документации (ЕСТД).

В обозначении стандарта указывается: номер системы; классификационная группа и порядковый номер стандарта в группе; год регистрации стандарта, например ГОСТ 2.743—82 (СТ СЭВ 3735—82). В скобках записывают обозначение стандарта СЭВ, которому соответствует государственный стандарт СССР. Некоторые системы подразделяются еще на подсистемы.

При разработке любых изделий одним из основных документов является ЕСКД — комплекс стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила разработки, оформления и обращения конструкторских документов. Наряду с ГОСТами и СТ СЭВ применяются отраслевые стандарты (ОСТ) и нормативно-технические документы (РМ, ТУ и др.).

Книга написана с использованием материалов стандартов. В одних случаях — это таблицы значений, в других — сведения реферативного характера, дающие представление о содержании стандарта и порядке установленных величин. В отличие от первого издания [37] справочник содержит изменения и дополнения, обусловленные развитием стандартов. Он не дублирует сборник «Общие правила выполнения чертежей» [32] и справочники по черчению.

С развитием графических, технических и программных средств электронной вычислительной техники стало возможным автоматизированное выполнение трудоемких и однообразных графических и конструкторских операций, многовариантное конструирование, решение геометрических задач формообразования изделий и др. Графическое воспроизведение становится неотъемлемой частью систем автоматизированного проектирования (САПР). В книгу включены справочные све-

дения об отечественных технических и программных средствах автоматизации разработки и выполнения конструкторских документов, о подходе к организации работ по автоматизации.

Приведены примеры чертежей, выполненных автоматизированно (машинные чертежи), которые практически реализованы с использованием графической системы «Эпиграф» и на основе которых сделаны обобщения и даны рекомендации для разработки систем автоматизации конструкторской документации. Справочник иллюстрирован конструкторскими документами на изделия радиопромышленности с методическими пояснениями к ним.

Справочник отражает состояние государственных и отраслевых стандартов на 1.06.88 г.

Список сокращений

- АКД — автоматизация разработки и выполнения конструкторской документации
- АРМ — автоматизированное рабочее место
- АСТПП — автоматизированная система технологической подготовки производства
- АСУТП — автоматизированная система управления технологическим процессом
- АЦПУ — алфавитно-цифровое печатающее устройство
- БИС — большая интегральная микросхема
- БНК — базовая несущая конструкция
- ВПО — базовое программное обеспечение
- ГД — графический дисплей
- ГИ — графическое изображение
- ГК — геометрический комплекс
- ГО — геометрический объект
- ГОСТ — государственный стандарт
- ГП — графический пакет
- ГСС — государственная система стандартизации
- ДПП — двухслойная печатная плата
- ЕСДП — единая система допусков и посадок
- ЕСЗКС — единая система защиты от коррозии и старения
- ЕСКД — единая система конструкторской документации
- ЕСПД — единая система программной документации
- ЕССП — единая система стандартов приборостроения
- ЕСТД — единая система технологической документации
- ЕСТПП — единая система технологической подготовки производства
- ИБ — информационная база
- ИС — интегральная микросхема
- КД — конструкторская документация
- КТД — конструкторско-технологическая документация
- МПП — многослойная печатная плата
- МС МЭК — международный стандарт международной электротехнической комиссии
- НТД — нормативно-технический документ
- ОКП — общесоюзный классификатор продукции
- ОНВ — основные нормы взаимозаменяемости
- ОПП — однослойная печатная плата
- ОСТ — отраслевой стандарт

ОСТПП — отраслевая система технологической подготовки производства
ПО — программное обеспечение
ПП — печатная плата
П/п — подпрограмма
РЭА — радиоэлектронная аппаратура
САПР — система автоматизированного проектирования
СБИС — сверхбольшая интегральная микросхема
СВЧ — сверхвысокая частота
СУБД — система управления базой данных
СТ СЭВ — стандарт Совета Экономической Взаимопомощи
ТУ — технические условия
УБНК — унифицированная базовая несущая конструкция
УГО — условное графическое обозначение
ЦВТ — цифровая вычислительная техника
ЧГА — чертежно-графический автомат
ЧПУ — числовое программное управление
ЭВМ — электронная вычислительная машина
ЭВТ — электронная вычислительная техника
ЭИБ — элемент информационной базы
ЭЛТ — электронно-лучевая трубка
ЭМ — электронный модуль
ЭРЭ — электрорадиоэлемент
ЯУ — ячейка унифицированная

Глава 1.

Основные положения ЕСКД

1.1. Виды изделий. Стадии разработки конструкторской документации

ГОСТ 2.101—68 (СТ СЭВ 364—76) устанавливает виды изделий при разработке конструкторской документации. Изделие — любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. **Изделия** различают по видам:

деталь — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций;

сборочная единица — изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями;

комплекс — два и более изделий (состоящих, в свою очередь, из двух и более частей), не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций;

комплект — два и более изделий, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера.

Стадии разработки конструкторской документации установлены ГОСТ 2.103—68; виды конструкторских документов — ГОСТ 2.102—68, 2.701—84, 2.601—68, 2.602—68 (СТ СЭВ 208—75, 4768—84, 651—77, 1798—79, 857—78).

К конструкторским документам относят графические и текстовые документы, которые определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта. Документы в зависимости от стадии разработки подразделяются на **проектные** и **рабочие**. К первым относятся техническое предложение, эскизный и технический проекты.

Разработку конструкторской документации на изделие начинают с выполнения в соответствии с техническим заданием (ТЗ) **технического предложения** (ГОСТ 2.118—73) для выявления дополнительных или уточненных требований к изделию (технических характеристик, показателей качества и др.). На основе предварительной конструкторской проработки и анализа различных вариантов изделия ТЗ может быть уточнено и дополнено.

Техническое предложение включает проверку изделия на патентную чистоту, оформление заявок на изобретения, оценку качества рассматриваемых вариантов и выбор оптимального варианта для обеспечения наилучшего технического и экономического эффекта (иногда по изготовленному макету). Наиболее целесообразно выполнять оптимизацию на ЭВМ с графической периферией. При этом используются математические модели и количественные методы оптимизации. Вывод графического изображения на экран дисплея позволяет в активном диалоге управлять процессом выявления оптимального решения.

Эскизный проект (ГОСТ 2.119—73) разрабатывают для установления принципиальных (конструктивных, схемных и других) решений, дающих общее представление о работе и устройстве изделия. По эскизной документации изготавливают и испытывают макет. На этом этапе для компоновки вариантов конструкций из стандартных и типовых элементов полезны графические средства автоматизации. Они помогают создавать новые и модернизировать имеющиеся конструкции с точки зрения эргономики, эстетики, оптимизации.

На этапе **технического проекта** (ГОСТ 2.120—73) принимаются окончательные технические решения с подробной разработкой общих видов, чертежей деталей и схем изделия, позволяющих оценить его соответствие требованиям ТЗ, технологичность, удобство эксплуатации и т.п. Технический проект не повторяет работы, проведенные на предыдущих стадиях, если они не могут дать дополнительных сведений. При его разработке могут быть использованы документы с предыдущих стадий с соответствующей корректировкой по замечаниям к эскизному проекту. Технический проект служит основанием для разработки рабочей конструкторской документации. При детальном конструировании особенно удобно использовать ЭВМ с накопленной информационной базой, содержащей изображения стандартных и типовых элементов, а также производить на ней проверочные расчеты — геометрические, прочностные, тепловые, определение массы, стоимости и т. п.; получать информацию о применяемых на предприятии изделиях; разрабатывать текстовые документы.

На стадии создания **рабочей документации** выполняются следующие работы:

- разработка конструкторских документов, предназначенных для изготовления и испытания опытного образца;

- изготовление и испытание опытного образца;

- корректировка конструкторских документов по результатам испытаний опытного образца;

- приемочные испытания опытного образца;

- корректировка конструкторской документации по результатам приемочных испытаний опытного образца;

- изготовление и испытание установочной серии;

- корректировка конструкторской документации по результатам изготовления и испытания установочной серии;

изготовление и испытание головной (контрольной) серии (при необходимости).

Откорректированная документация поступает в серийное производство.

Документам технического предложения присваивается литера «П»; эскизного проекта — «Э»; технического проекта — «Т»; рабочей документации опытного образца — «О», «О₁», «О₂» («О₂» — при необходимости); серийного (массового) производства — «А», «Б» («Б» — при необходимости).

По мере надобности разработчиком назначается создание документации для изготовления и испытания макетов. Конструкторская документация для изготовления макетов разрабатывается с целью: проверки принципов работы изделия или его составных частей на стадии эскизного проекта; проверки основных конструкторских решений разрабатываемого изделия или его составных частей на стадии технического проекта; предварительной проверки целесообразности изменения отдельных частей изготавливаемого изделия до внесения этих изменений в рабочие конструкторские документы опытного образца (опытной партии).

При разработке САПР также следует руководствоваться стандартами, не относящимися к ЕСКД (ГОСТы на САПР, ЕСПД (Единая система программной документации), ЕСПП (Единая система технологической подготовки производства) и др.). Например, ГОСТ 22487—77 «Проектирование автоматизированное. Термины и определения», ГОСТ 23501.0—79 ...ГОСТ 23501.17—82 устанавливают правила разработки, согласования и утверждения технического задания, технического предложения, эскизного проекта, технического проекта, предпроектных исследований, документов рабочего проекта; состав и содержание работ, порядок оформления и утверждения документов при изготовлении, отладке и испытаниях САПР; общие требования к программному обеспечению, банкам данных, диалоговым средствам, техническому обеспечению и др. В ГОСТ 19.004—80 «ЕСПД. Термины и определения» входят, например, следующие понятия:

программное изделие — программа на носителе данных, являющаяся продуктом промышленного производства;

программный документ, содержащий сведения, необходимые для разработки, изготовления, эксплуатации и сопровождения программного изделия;

эксплуатационный программный документ, содержащий сведения, необходимые для обеспечения функционирования и эксплуатации программного изделия.

1.2. Комплектность конструкторских документов

Комплектность конструкторских документов для каждой стадии разработки конструкторской документации устанавливают ГОСТ 2.102—68, 2.118—73 ...2.120—73, 2.601—68 и техническое задание на

разрабатываемое изделие. Так, на стадии разработки рабочей документации обязательными являются документы:

чертеж детали, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля;

сборочный чертеж (СБ), содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки и контроля;

спецификация — документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

Примеры и правила оформления обязательных документов рабочей документации приведены в гл. 3.

К обязательным проектным документам относятся следующие:

1) **ведомости** технического предложения (ПТ), эскизного проекта (ЭП), технического проекта (ТП) — перечни соответствующих документов;

2) **пояснительная записка (ПЗ)**;

3) **чертеж общего вида (ВО, рис. 1.1 — пример оформления)**. Определяет конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняет принцип работы изделия (включая форму деталей и характерные размеры, которые облегчают уяснение формы элементов деталей, например обозначение диаметра для деталей круглой формы); на нем указывают посадку — предельные отклонения сопрягаемых поверхностей; сопровождается техническими требованиями к изделию (например, по покрытию, пропитке обмоток, методам сварки); содержит технические характеристики (например, модуль зубчатого зацепления и числа зубьев колес), необходимые для разработки рабочих чертежей.

Чертеж должен содержать сведения о составных частях изделия в таблице, выполненной на том же листе или на отдельных листах формата А4, обозначаемых как последующие листы того же чертежа. Конструктор составляет таблицу по своему усмотрению; рекомендуется вести запись последовательно: изделия заимствованные, покупные, вновь разрабатываемые. Можно приводить соответствующие сведения на полках линий-выносок или оформлять их в виде спецификаций.

Чертеж общего вида является обязательным документом только на этапе «Технический проект» и необязателен на этапах «Техническое предложение» и «Эскизный проект».

По усмотрению заказчика при проектировании разрабатывают:

1) графические конструкторские документы и схемы (преимущественно на рабочей стадии и не обязательно — на проектной):

габаритный чертеж (ГЧ) — контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами (рис. 1.2);

электромонтажный чертеж (МЭ) — документ, содержащий данные, необходимые для выполнения электрического монтажа изделий (см. рис. 6.23);

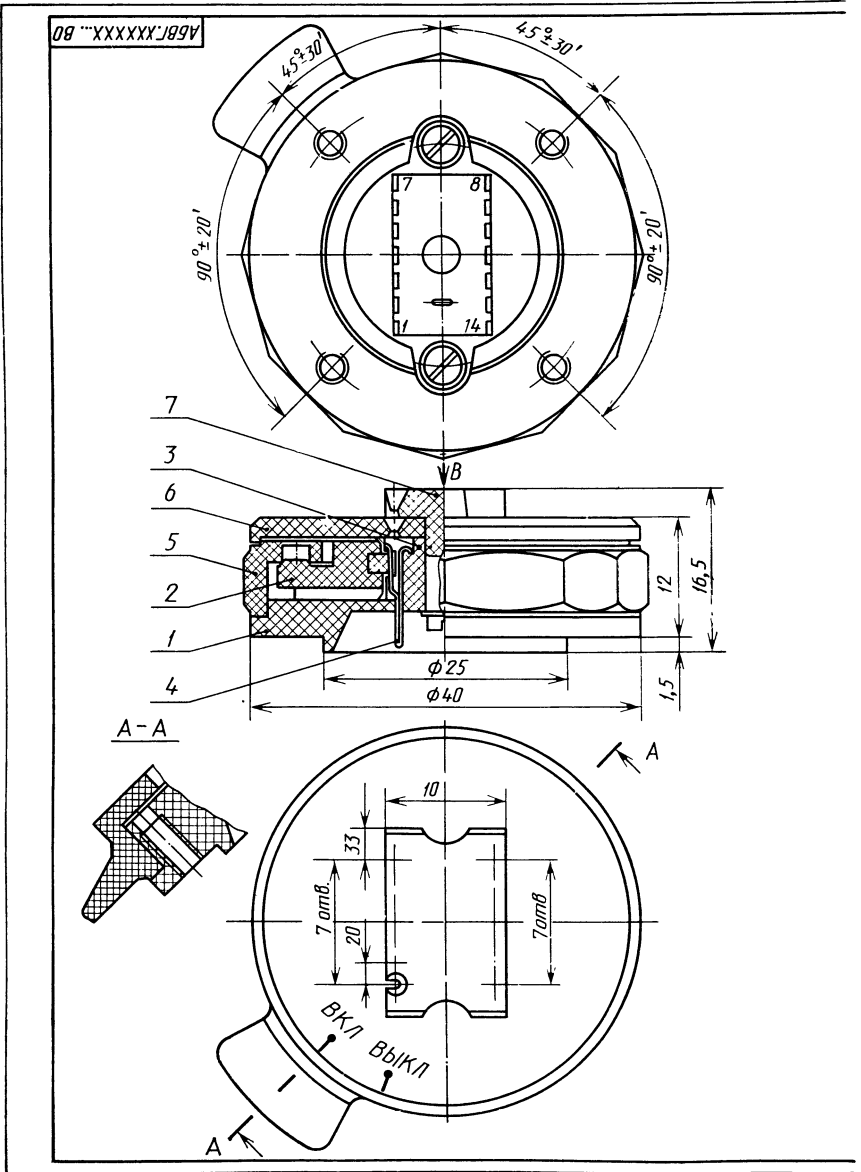
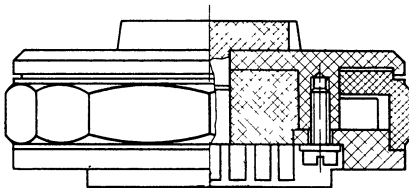
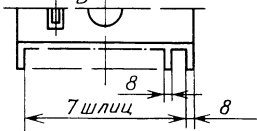
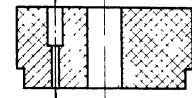
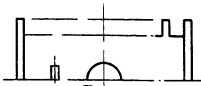
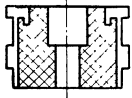


Рис. 1.1. Чертеж общего вида

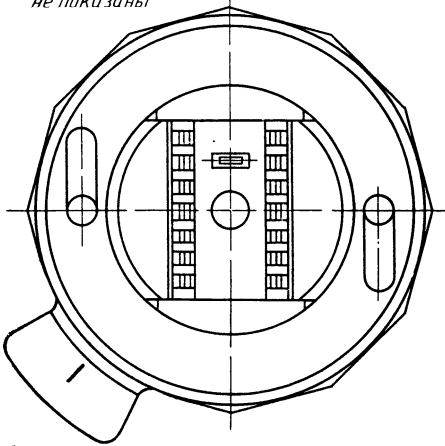
Деталь
поз 12

Б-Б



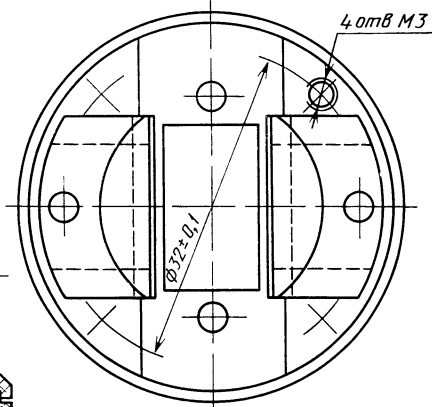
Детали поз. 3, 6
не показаны

Вид В



Вид В

Детали поз. 1, 8



Поз	Наименование
1	Основание
2	Кулачок
3	Колодка
4	Контакт
5	Корпус
6	Крышка
7	Накладка

1. Размеры для справок
2. Корпус поз 5 должен плавно, без заеданий перемещаться в направлении стрелки от положения „вкл“ до положения „выкл“.
3. При положении корпуса поз 5, „вкл“ должно быть обеспечено надежное замыкание контактов поз 4. Проверку каждого контакта производить щупом с $\phi 0,3$ мм. Усилие вытаскивания щупа должно быть не менее 30 г.
4. Трущиеся поверхности деталей поз 2 и поз 5 смазывать смазкой ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267-74.
5. Остальные ТТ по ОСТ 4 ГО. 070. 015.

		АБВГ.ХХХХХХ... В0	
Исполнитель	М.П.	Устройство	ИМЛ
Разработчик	М.П.	контрольное	0
Проверен	М.П.	Общий вид	5:1
Утвержден	М.П.		лист 1 из 2 листов
Исполнитель	М.П.		
Дата	М.П.		

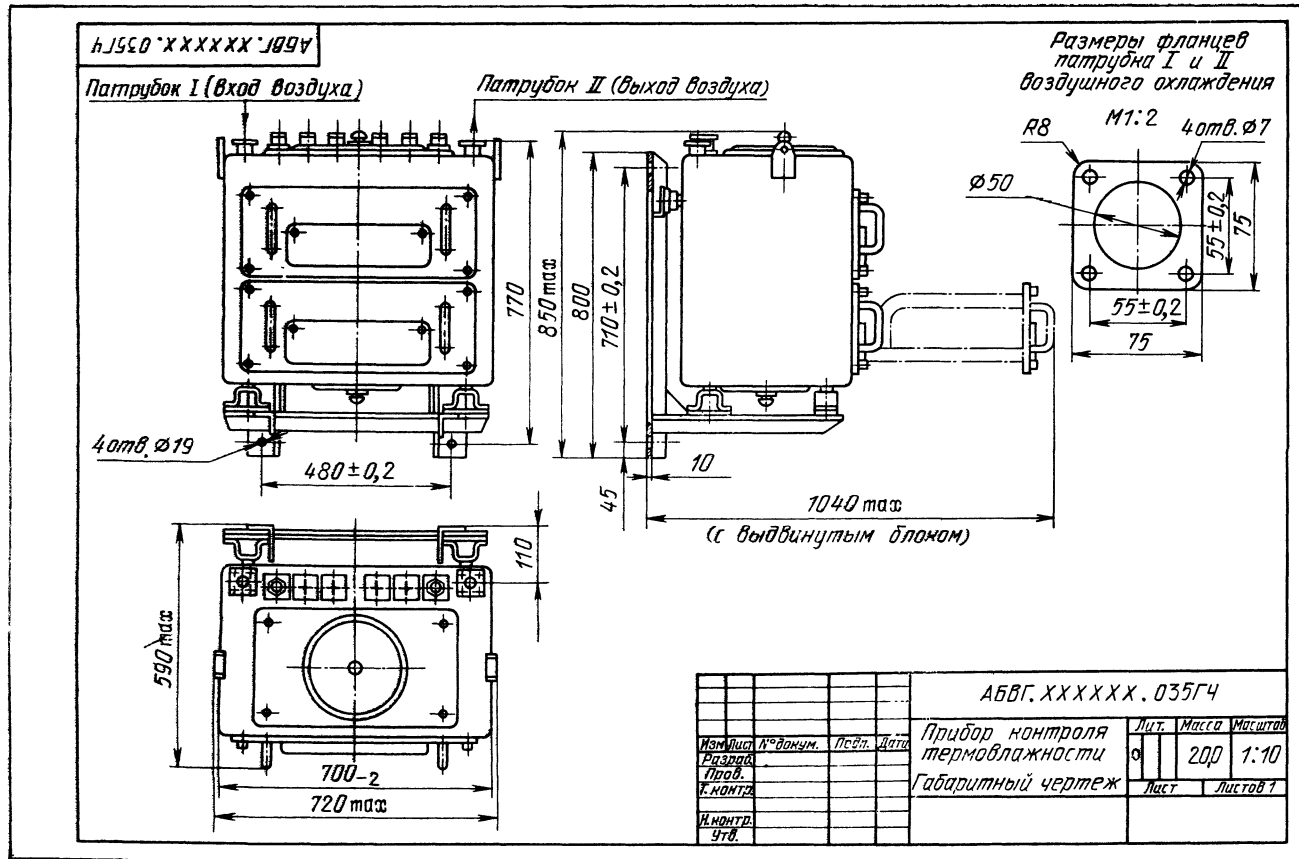


Рис. 1.2. Габаритный чертеж

монтажный чертеж (МЧ) — контурное (упрощенное) изображение изделия с данными для его установки (монтажа) на месте применения (рис. 1.3, а, б);

упаковочный чертеж (УЧ) — документ, содержащий данные, необходимые для выполнения упаковывания изделия (см. рис. 5.34);

схемы — документы, на которых показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними (см. рис. 10.1, 10.2, и др.);

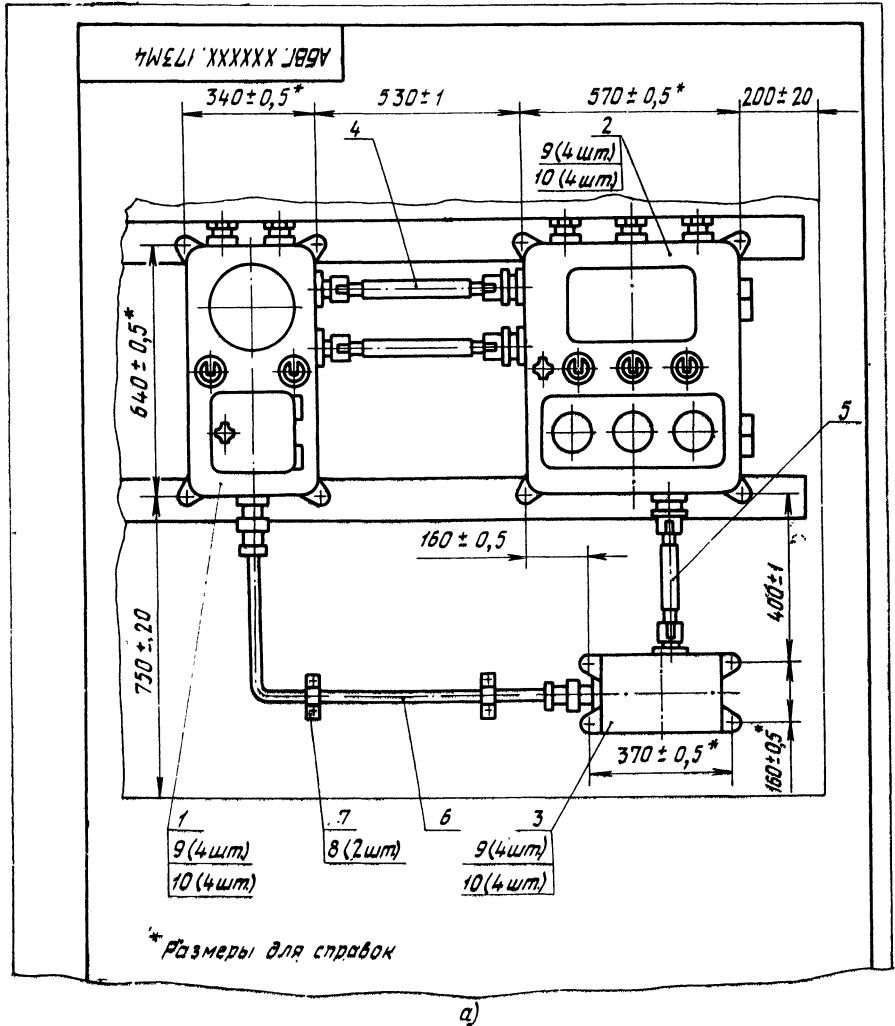


Рис. 1.3. Монтажный чертеж изделия «Сатурн» (а); спецификация к изделию «Сатурн» (б)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A2			АБВГ.ХХХХХХ.ХХХСБ	Сборочный чертеж		
A2			АБВГ.ХХХХХХ.ХХХЭЧ	Схема электрическая соединений		
A1			АБВГ.ХХХХХХ.173МЧ	Монтажный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
A2	1		АБВГ.ХХХХХХ.000	Прибор	1	
A2	2		АБВГ.ХХХХХХ.001	Прибор	1	
A2	3		АБВГ.ХХХХХХ.002	Прибор	1	
A3	4		АБВГ.ХХХХХХ.000	Валик	2	
A3	5		АБВГ.ХХХХХХ.001	Валик	1	
A3	6		АБВГ.ХХХХХХ.000	Кабель	1	
				<u>Детали</u>		
A4	7		АБВГ.ХХХХХХ.081	Скоба	2	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		8		Винт М4-6г×10.65.016 ГОСТ 1491-80	4	
		9		Винт М10-8г×50.65.019 ГОСТ 1491-80	12	
		10		Шайба 10.04.019 ГОСТ 11371-78	12	

				АБВГ.ХХХХХХ.173		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.					Лит.	Лист
Провер.					01	1
Н. контр.					„Сатурн”	
Чтв.						

б)

Рис. 1.3, б

2) текстовые документы:

технические условия (ТУ) — требования к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке (ГОСТ 2.114—70);

патентный формуляр (ПФ) — сведения о патентной чистоте изделия и отечественных изобретениях, использованных при его разработке (ГОСТ 15.012—84);

карта технического уровня и качества изделия (КУ) — данные, определяющие уровень качества изделия, соответствие его технических и экономических показателей достижениям науки и техники и потребностям народного хозяйства (ГОСТ 2.116—84);

инструкция (И) — документ, содержащий указания и правила, используемые при изготовлении изделия (сборке, регулировке, контроле, приемке и т.п.);

ведомости: спецификаций (ВС), ссылочных документов (ВД), покупных изделий (ВП), согласования применения изделий (ВИ), держателей подлинников (ДП), технического предложения (ПТ), эскизного проекта (ЭП), технического проекта (ТП);

таблицы (Т), расчеты (РР), документы прочие (Д ...), программа, методика испытаний (ПМ);

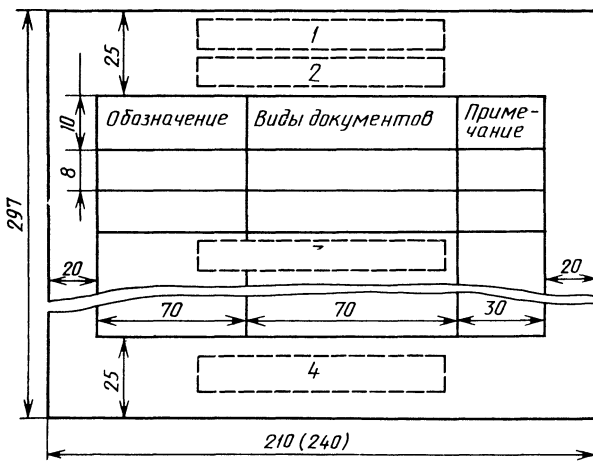
документы эксплуатационные (ГОСТ 2.601—68) для изучения изделия и правил его эксплуатации (применение, техническое обслуживание, транспортирование, хранение): техническое описание (ТО), инструкция по эксплуатации (ИЭ), инструкция по техническому обслуживанию (ИО); инструкция по монтажу, пуску, регулированию изделия на месте его применения (ИМ), формуляр (ФО), паспорт (ПС), этикетка (ЭТ), ведомость эксплуатационных документов (ЭД). Служат для сообщения потребителю гарантированных предприятием-изготовителем технических параметров и для ведения им учета технического состояния и эксплуатации изделия.

Ведомости ЗИП (комплекта запасных изделий и приборов) составляют по мере необходимости.

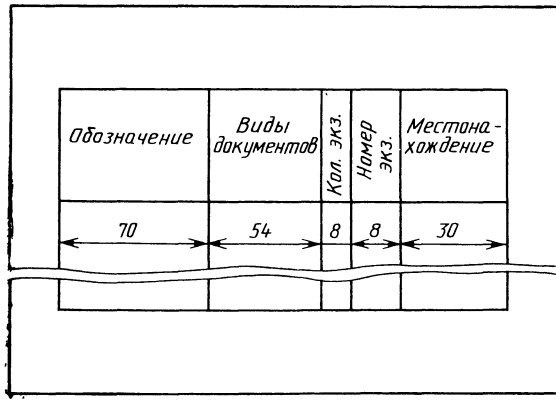
Общие требования к текстовым документам, формы и правила их выполнения содержатся в ГОСТ 2.105—79 (СТ СЭВ 2667—80), 2.106—68 и справочнике [43].

ГОСТ 19.101—77 «ЕСПД. Виды программ и программных документов» (СТ СЭВ 1626—79), а также РМ 11 091.901—79 «Система автоматизированного проектирования изделий электронной техники. Программное обеспечение вычислительных машин. Требования к программным документам» устанавливают виды программных документов, их содержание и требования к оформлению. Основные из них:

спецификация — состав программы и документация на нее. Выполняется на каждую программу (форма спецификации приведена на рис. 1.4, а). Спецификация должна состоять из разделов: документация; входящие программы. Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Виды документов» и подчеркивают. В разделе «Документация» указывают программные документы на данную



а)



б)

Рис. 1.4. Формы для программных документов:

а — спецификации; б — ведомости эксплуатационных документов. На полях (местах) указывают: 1 — порядковый номер страницы; 2 — обозначение программного документа; 3 — текст документа; 4 — строку изменений

программу и входящие программы, кроме спецификации, в алфавитном порядке кодов предприятий-разработчиков и далее в порядке возрастания цифровой части обозначения. В разделе «Входящие программы» указывают данную программу и программы, непосредственно в нее входящие;

текст программы — запись программы с необходимыми комментариями;

описание программы — сведения о логической структуре и функционировании программы. Текст документа должен содержать разде-

лы: вводная часть, функциональное назначение, описание логики программы;

техническое задание, определяющее назначение и область применения программы, технические, технико-экономические и специальные требования, предъявляемые к программе, необходимые стадии и сроки разработки, виды испытаний;

программа и методика испытаний — требования, подлежащие проверке при испытании программы, а также порядок и методы контроля выполнения этих требований;

пояснительная записка — схема алгоритма, общее описание алгоритма и (или) функционирования программы, а также обоснование принятых технических и технико-экономических решений;

ведомость эксплуатационных документов — перечень указанных документов на программу (форма ведомости приведена на рис. 1.4, б) — содержит разделы «Документация», «Перечень папок»;

формуляр — основные характеристики программы, комплектность и сведения об эксплуатации программы. Содержит общие указания, общие сведения, основные характеристики, комплектность, периодический контроль основных характеристик при эксплуатации и хранении, свидетельство о приемке, свидетельство об упаковке и маркировке, сведения о рекламациях, хранении, об изменениях;

руководство системного программиста — сведения для проверки, обеспечения функционирования и настройки программы на условия конкретного применения: общие сведения о программе, структура программы, настройка и проверка программы и др.;

руководство программиста — сведения по эксплуатации программы: назначение и условия применения, характеристики, входные и выходные данные и др.;

руководство оператора — сведения для обеспечения процедуры общения оператора с вычислительной системой в процессе выполнения программы: общие указания, требования к техническим средствам, описание функционирования и др.

Для рабочей документации обязательными из приведенных выше программных документов являются спецификация и текст программы. Необходимость остальных документов на соответствующих стадиях разработки проекта определяется при разработке и утверждении технического задания.

В состав конструкторской документации на программное изделие могут быть введены перечисленные программные документы, за исключением спецификации и технического задания.

1.3. Учет и хранение конструкторских документов

ГОСТ 2.102—68 (СТ СЭВ 4768—84) устанавливает наименование конструкторских документов в зависимости от способов их выполнения:

оригиналы, выполненные на любом материале и предназначенные для изготовления по ним подлинников;

подлинники, выполненные на любом материале, позволяющем многократное воспроизведение с них копий;

дубликаты — копии подлинников, обеспечивающие идентичность воспроизведения подлинника, выполненные на любом материале, позволяющем снятие с них копий;

копии, выполненные способом, обеспечивающим их идентичность подлиннику (дубликату), и предназначенные для непосредственного использования во всех видах работ.

Действуют и разрабатываются стандарты, устанавливающие правила оформления и обращения документов на машинных носителях: перфокартах (ПК), перфолентах (ПЛ), а также магнитных носителях. ГОСТ 2.003—83 делит на типы и виды документы на перфоносителях.

В зависимости от назначения документы на перфоносителях подразделяются на следующие типы:

для обработки и преобразования информации при проектировании изделий на ЭВМ;

для управления автоматическими устройствами при выполнении различных операций в процессе изготовления и контроля спроектированных изделий;

для использования в процессе обработки и преобразования информации при проектировании и подготовке производства.

В зависимости от применения различают следующие виды документов на перфоносителях:

подлинник (П) — оформлен подлинными установленными подписями и предназначен для изготовления с него только контрольной копии;

контрольная копия — идентична подлиннику, оформлена подписями лиц, изготавливающих документ на полное соответствие подлиннику;

дубликат (Д) — идентичен подлиннику, оформлен подписями лиц, изготавливающих и контролирующих документ на полное соответствие подлиннику;

копия (К) — идентична дубликату, оформлена подписями лиц, изготавливающих и контролирующих документ на полное соответствие дубликату. Она предназначена для непосредственного применения в процессе проектирования, подготовки производства, изготовления и контроля изделий.

Документы на магнитных носителях в зависимости от их применения делятся на такие же виды.

Этим документам присваивают следующие буквенные обозначения, характеризующие вид документа: П — подлинник, Д — дубликат, К — копия. К буквенному обозначению вторых и последующих экземпляров документов должен быть добавлен порядковый номер, соответствующий номеру экземпляра, например Д2, К3 и т. д.; к обозначению восстановленного документа добавляют букву В и порядковый номер восстановления: ПВ1, ДВ4 и т. д.

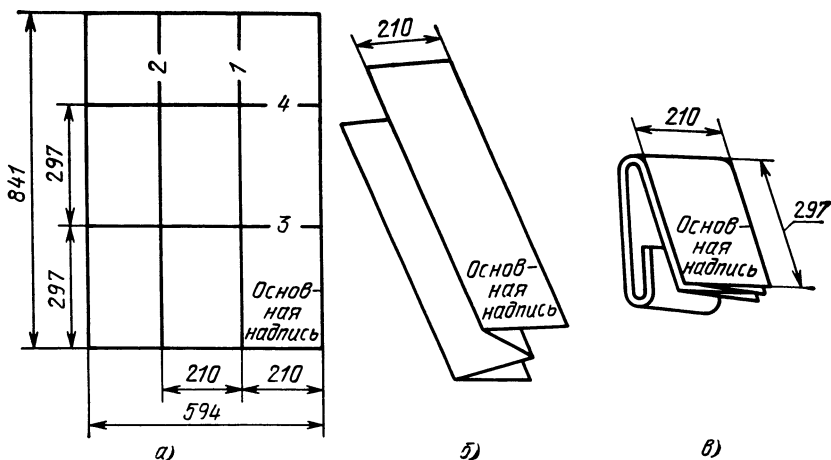


Рис. 1.5. Пример складывания копий

Учет и хранение документов выполняет отдел технической документации (ОТД) или бюро технической документации (БТД) предприятия. При этом копии чертежей и схем складывают предпочтительно на формат А4 (рис. 1.5, а), по линиям 1,2 (рис. 1.5, б), затем — поперек, по линиям 3,4 (рис. 1.5, в), оставляя всегда снаружи основную надпись.

В ГОСТ 2.501—68 (СТ СЭВ 159—83), ГОСТ 2.502—68 (СТ СЭВ 3333—81), ГОСТ 2.503—74 (СТ СЭВ 1631—79) приведены правила учета и хранения, дублирования и внесения изменений. Правила учета и хранения документов на перфоносителях устанавливает ГОСТ 2.032—77, а их дублирования — ГОСТ 2.033—77. Для магнитных носителей используются РМ 11 091.910—79 «Система автоматизированного проектирования изделий электронной техники. Программное обеспечение вычислительных машин. Учет, хранение, дублирование, обращение и внесение изменений в программы и программные документы».

Изменения в конструкторские документы имеет право вносить только предприятие-держатель подлинников через подразделение, выпустившее подлинник, или подразделение, ведущее наблюдение за изготовлением изделия в производстве. Любое изменение документа сопровождается одновременным выпуском извещения об изменении и по мере надобности извещений о внесении соответствующих изменений во все другие документы, связанные с ним. Изменения в копии документов, находящихся в производстве, допускается вносить на основании предварительного извещения (ПИ). Предварительное извещение действует в производстве до его погашения извещением или до аннулирования. Может быть выпущено предложение об изменении (ПР). Предприятие-держатель подлинников принимает решение по всем поступившим ПИ и ПР: выпускает извещения или отклоняет изменения. На рис. 1.6, а дан пример оформления извещения на один чертеж,

СДО - 125/3-15											
Извещение			Обозначение			Причина			Шифр	Лист	Листов
АБВГ. 1018			АБВГ. ХХХХХХ. 164			Повышение надежности			1		1
КБ223	Дата выпуска	01.10.82	Срок изм.	10.10.82		Срок действия ПИ		Указание о внедрении			
Указание в заделе			Задел использовать				Ввести с 12-го комплекта				
Изм.	Содержание изменения								Применяемость		
2									АБВГ. ХХХХХХ. 081		
<p> Ø 6h14 Ø 4h14 Ø 8h14 Ø 6h14 24h14 21h14 </p>											
<p> $75 \pm 0,2$ $10 \pm 0,2$ $3,5 \pm 0,1$ $1,5 \pm 0,1$ $4,8$ $\phi 6,6$ $\phi 4,8$ $\phi 6$ </p>											
Разослать											
ПДО											
Цех 3											
Цех 25											
Составил	Проверил	Т. контр.	Н контр.	Утвердил	Заказчик						
Попов			Карпов			Приложение					
Подлинник исправил	Контр. копию исправил										

Рис. 1.6, а. Пример оформления «Извещения» об изменении информации на чертеже

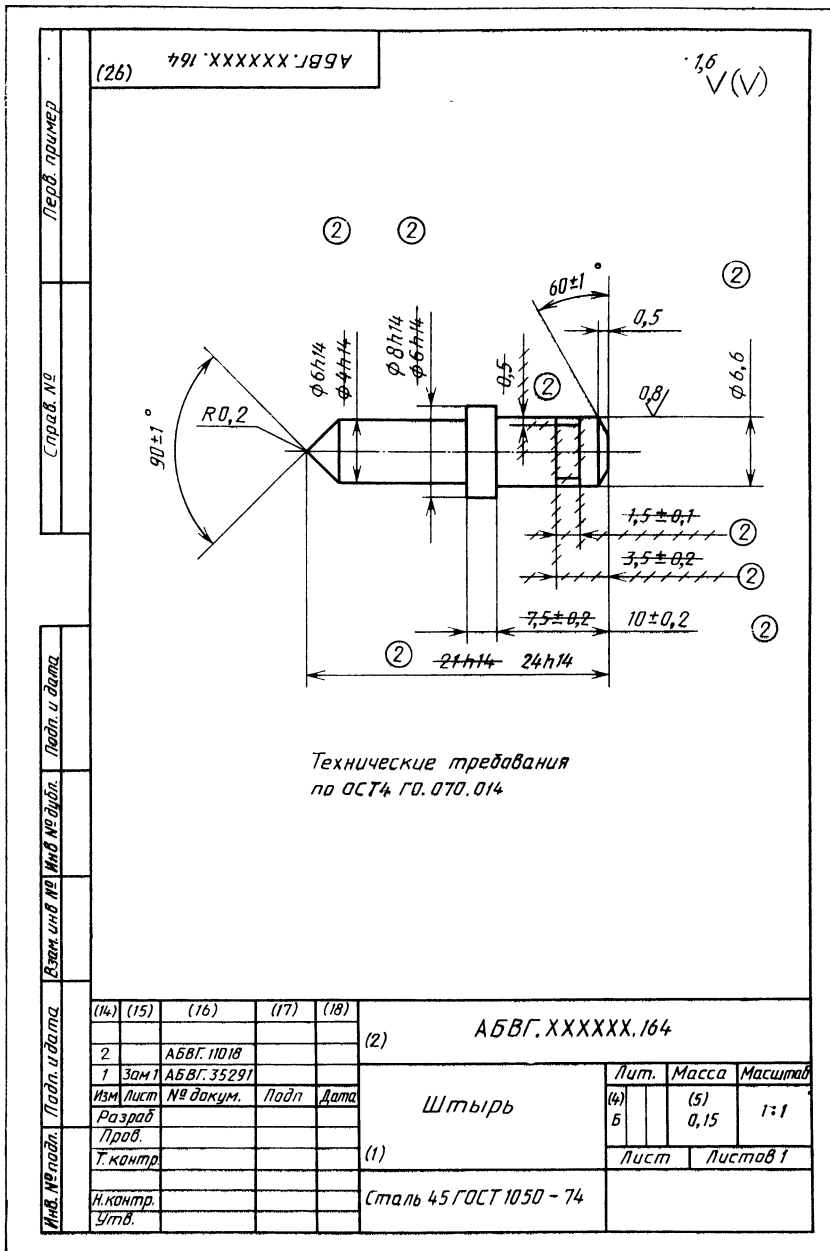


Рис. 1.6, б. Пример внесения изменений на чертеже

а на рис. 1.6, б — пример внесения изменений в подлинник, указанных в таблице изменений на основной надписи. В графе «Изм.» указывают очередной порядковый номер изменения (2 на рис. 1.6, а); в графе «Лист» — «Зам.» при замене подлинника; обозначение извещения об изменении; подпись лица, внесшего изменение; дату. Изменения в конструкторские документы следует вносить в соответствии с ГОСТ 2.503—74, ГОСТ 2.034—83 и ГОСТ 2.505—82 (СТ СЭВ 4405—83). Извещения, получаемые автоматизированным способом, выполняют на листах формата А4 и А3 ГОСТ 2.301—68 (СТ СЭВ 1181—78) и ГОСТ 2.004—79 (СТ СЭВ 4405—83) по формам, рекомендованным ГОСТ 2.505—82. Формы извещений, выполненных на алфавитно-цифровом печатающем устройстве (АЦПУ), соответствуют формам, установленным стандартами ЕСКД. В них применяют сокращения: ОБОЗН — обозначения; Л — лист; Л—В—листов; УКЛАД — укладка; Ф—Т — формат; №—С—КИ—номер строки. Изменения в документы на перфоносителях и магнитных носителях вносят согласно ГОСТ 2.034—83 и РМ 11 091.910—79.

1.4. Обозначение документов. Основная надпись

Обилие стандартных и типовых составных частей, применяемых одновременно во многих изделиях, привело к разработке обезличенной десятичной (децимальной) системы обозначений изделий основного и вспомогательного производства и их конструкторских документов во всех отраслях промышленности при разработке, изготовлении, эксплуатации и ремонте.

Обозначения присваивают централизованно или децентрализованно, каждое — только одному изделию (документу) в соответствии с классификатором. Каждое обозначение начинается с буквенного кода (различительного индекса) организации-разработчика. Долгое время пользовались классификатором МН СЧХ (Межведомственная нормаль «Система чертежного хозяйства»), в настоящее время переходят на классификатор ЕСКД.

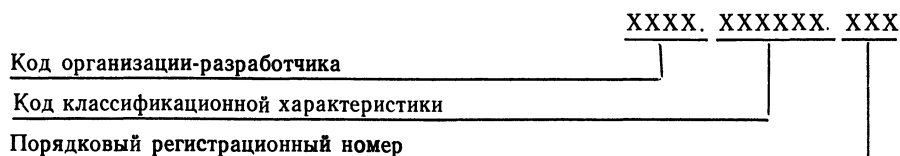
Классификатор МН СЧХ делит конструкторские документы на 10 классов:

- класс 0 — документация;
- класс 1 — системы (установки, станции);
- классы 2,3 — приборы и группы;
- класс 4 — приборы, группы и комплекты;
- классы 7, 8, 9 — детали.

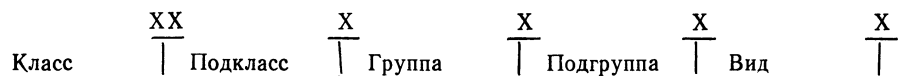
Каждый из классов разделен по установленным признакам на 10 секторов (от 0 до 9), каждый сектор — на 10 типов (от 0 до 9), каждый тип — на 10 видов (от 0 до 9). После буквенного кода организации записывают десятичную характеристику, назначаемую по классификатору, после характеристики — порядковый регистрационный номер, затем — по мере надобности — шифр документа, например СБ, ТУ, ЗИП. Десятичная характеристика конструкторского документа состоит из

четырёх цифр, которые последовательно обозначают класс, порядковый номер сектора в данном классе, порядковый номер типа в данном секторе и порядковый номер вида в данном типе. Например, десятичная характеристика чертежа кристалла выразится числом 7.344, где 7 — класс «Детали», 7.3 — сектор «Приборы электровакуумные, полупроводниковые, пьезоэлектрические», 7.34 — тип «Материал полупроводниковый», 7.344 — вид «Кристалл».

Структура обозначения согласно ГОСТ 2.201—80 по классификатору ЕСКД аналогична:



Она относится к основному конструкторскому документу — чертежу детали или спецификации. Структура кода классификационной характеристики:



Порядковый регистрационный номер присваивают по классификационной характеристике от 001 до 999 в пределах кода организации-разработчика при децентрализованном присвоении обозначения, а при централизованном присвоении — в пределах кода организации, выделенного для централизованного присвоения.

Для неосновного конструкторского документа, например схемы, добавляют к обозначению код (шифр) этого документа — не более четырех знаков, например Э3; ИЭ12.

Обозначения для эскизных конструкторских документов (ГОСТ 2.102—68). устанавливаются в отрасли или организации (структура обозначения рекомендована ГОСТ 2.201—80).

При групповом и базовом способах выполнения конструкторских документов одно из исполнений условно принимается за основное. К его обозначению добавляют (через дефис) номер исполнения — двузначный от 01, можно трехзначный, или два двухзначных, разделенных точкой. Для неосновных документов их кодовое обозначение (шифр) добавляют после номера исполнения.

Структуру обозначения программ и программных документов устанавливают ГОСТ 19.103—77 «ЕСПД. Обозначение программ и программных документов» и ОСТ 11 091.905—78 «Система автоматизированного проектирования изделий электронной техники. Классификация и обозначение программ и программных документов».

Структура обозначения программы и спецификации на нее:

	А. В. XXXXX—XX			
Код страны				
Код организации-разработчика				
Регистрационный номер				
Номер издания (для программы); номер редакции (для документа)				

Обозначения формируют согласно ОСТ 11 091.905—78:

код страны в обозначении не заполняют;

в качестве кода предприятия-разработчика используется различительный индекс предприятия, установленный для конструкторской документации;

регистрационный номер состоит из пяти знаков:

первый знак обозначает САПР изделий электронной техники — цифра 7;

второй и третий знаки представляют собой классификационный код, зависящий от направления проектирования изделий электронной техники, в соответствии с классификатором, приведенным в ОСТ 11 091.905—78 (примеры кодов даны в табл. 1.1);

четвертый и пятый знаки — порядковый номер программы на данном предприятии.

Ниже приведен пример обозначения программы контроля топологии интегральной микросхемы (ИС):

	ВС. 74605—02			
Код предприятия-разработчика				
Регистрационный номер				
Номер редакции				

Структура обозначения других программных документов:

	А. В. XXXXX—XXXXXX—X			
Общая часть обозначения программы и программных документов на нее				
Номер редакции документа				
Код вида документа				
Номер документа данного вида				
Номер части документа				

Например:

ВС. 74605--021301--1

Код предприятия-разработчика					
Регистрационный номер					
Номер редакции документа					
Код документа (согласно табл. 1.2)					
Номер документа данного вида					
Номер части документа					

Таблица 1.1

Классификационные коды для обозначений программ и программных документов

Направление автоматизированного проектирования	Интервал классификационных кодов	Примеры	Классификационный код
Системное программное обеспечение	00...09	Программное обеспечение машинной графики, системы графического вывода	05
Общематематическое программное обеспечение	10...19	Численный метод оптимизации	17
Программное обеспечение проектирования элементов ИС	20...29	Статистический анализ, расчет и оптимизация элементов ИС	25
Программное обеспечение схемотехнического проектирования ИС	30...39	Статистическая оптимизация и расчет допусков на параметры компонентов	37
Программное обеспечение проектирования топологии и изготовления фотошаблонов	40...49	Контроль топологии и промежуточных этапов синтеза технологии. Изготовление и контроль конструкторской документации на топологию	46
			47
Программное обеспечение логического проектирования ИС и функциональных устройств на их основе	50...59	Синтез, анализ и оптимизация радиоэлектронных систем	55

Направление автоматизированного проектирования	Интервал классификационных кодов	Примеры	Классификационный код
Программное обеспечение проектирования приборов и устройств СВЧ	60...69	Анализ теплофизических явлений в приборах СВЧ	67
Программное обеспечение проектирования электровакуумных, электронно-оптических, оптических и квантовых приборов и устройств	70...79	Расчет, анализ и оптимизация оптических систем и их компонентов, физическое моделирование оптических сред и покрытий	76
Программное обеспечение проектирования радиодеталей и радиокомпонентов	80...89	Проектирование норм на параметры радиодеталей и радиокомпонентов	87
Резерв	90...99	Резерв	—

Таблица 1.2
Коды видов программных документов (ГОСТ 19.101—77)

Вид документа	Код вида документа	Вид документа	Код вида документа
Ведомость держателей подлинников	05	Описание применения	31
Текст программы	12	Руководство системного программиста	32
Описание программы	13	Руководство программиста	33
Ведомость эксплуатационных документов	20	Руководство оператора	34
Формуляр	30	Описание языка	35

Вид документа	Код вида документа	Вид документа	Код вида документа
Руководство по техническому обслуживанию	46	Пояснительная записка	81
Программа и методика испытаний	51	Прочие документы	90—99

ГОСТ 2.104—68 (СТ СЭВ 140—74; 365—76) устанавливает формы, размеры, порядок заполнения основных надписей и дополнительных граф к ним [43].

Например, на рис. 1.6, б в графе 1 записывают наименование изделия и документа, если ему присвоен шифр, в именительном падеже единственного числа. Наименование, состоящее из нескольких слов, начинают с имени существительного. Например, «Блок комбинированный. Схема электрическая принципиальная». В графе 2 записывают обозначение документа, составленное согласно ГОСТ 2.201—80. В графе 4 указывают слева направо литеру документа в зависимости от стадии разработки конструкторской документации (П, Э, Т — проектная стадия; О, О₁, А — рабочая стадия). В графе 5 записывают массу изделия: на чертежах для изготовления опытных образцов — расчетную массу, на чертежах, начиная с литеры О₁, — фактическую, определенную измерением (взвешиванием) изделия. Массу записывают численно без единицы измерения, если она измерена в килограммах, если в других единицах — то с указанием их, например 0,25 т, 15 т. При необходимости указывают предельные отклонения массы в технических требованиях чертежа. Допускается не указывать массу на габаритных и монтажных чертежах, а также на чертежах деталей опытных образцов и единичного производства.

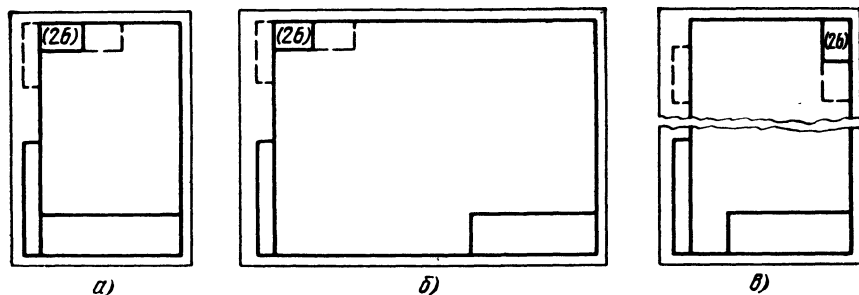


Рис. 1.7. Расположение графы (26) на поле чертежа

Графы 14—18 — графы таблицы изменений, которая может быть продолжена вверх или влево от основной надписи (в последнем случае — с повторением наименований граф).

Графа 26 — обозначение документа, повернутое относительно основной надписи на 180° , помещается для формата А4 согласно рис. 1.7, а, для больших форматов при расположении основной надписи вдоль длинной стороны листа — согласно рис. 1.7, б и для формата больше А4 при расположении основной надписи вдоль короткой стороны листа — согласно рис. 1.7, в.

Графа, содержащая обозначение зоны, находится слева от таблицы изменений. Пример разбивки чертежа на зоны показан на рис. 1.8.

ГОСТ 2.031—83 устанавливает формы, размеры и правила заполнения основных надписей на перфокартах и перфолентах. Основные надписи документа, получаемого на АЦПУ (алфавитно-цифровом печатающем устройстве), выполняют по форме 1 ГОСТ 2.004—79 (СТ СЭВ 4405—83) для первого или заглавного листа (при этом графы 24, 25, 27—30 вводят при необходимости), по форме 2 — для последующих листов.

1.5. Форматы. Масштабы

Форматы листов чертежей определяются согласно ГОСТ 2.301—68 (СТ СЭВ 1181—78) размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией. Рабочее поле чертежа обводится сплошной толстой линией, расположенной на расстоянии от внешней рамки: 20 мм слева и по 5 мм сверху, справа и снизу. Размеры основных форматов А4, А3, А2, А1, А0 и схема образования дополнительных форматов показаны на рис. 1.9. При выполнении чертежей небольших простых деталей допускается формат А5 (148×210 мм).

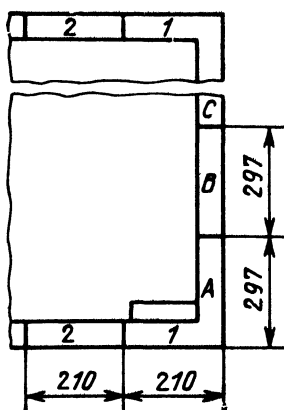


Рис. 1.8. Пример разбивки чертежа на зоны

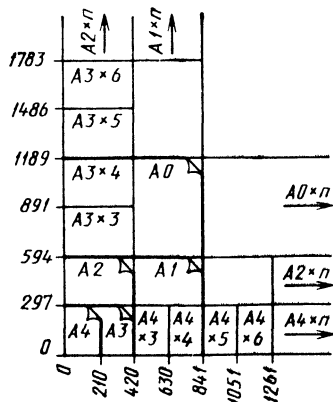


Рис. 1.9. Размеры чертежных листов

ГОСТ 2.004—79 (СТ СЭВ 4405—83) регламентирует форматы документов, получаемых на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ. К основным форматам относятся: приравняемые к формату А4—210; 304,8; 224; 304,8; 240; 304,8 мм; к формату А3—420; 304,8; 450; 304,8 мм.

Основную надпись на любых форматах, кроме А4 и А5, можно располагать вдоль короткой или длинной стороны. На формате А5 она располагается вдоль длинной стороны, а на формате А4 — вдоль короткой.

При выполнении чертежей применение масштабов обязательно. ГОСТ 2.302—68 (СТ СЭВ 1180—78) устанавливает масштабы изображений и их обозначение на чертежах. Предпочтительным является масштаб 1:1. Масштабы уменьшения выбираются из ряда: 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000. Масштабы увеличения —2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1. Масштаб указывают в основной надписи в соответствующей графе по типу: 1:1; 2:1 и т. д. Если масштаб какого-либо изображения отличается от масштаба, указанного в основной надписи, то непосредственно над изображением помещают надпись по типу: М2:1; М5:1.

При внесении изменений допускается отступление от масштаба чертежа, если не нарушается наглядность изображения.

Пластины, отверстия, фаски, пазы, имеющие размер на чертеже 2 мм и менее, а также элементы с разницей в размерах менее 2 мм могут быть изображены с отступлением от принятого масштаба в сторону увеличения. Можно утрировать малую конусность или уклон.

1.6. Нанесение предельных отклонений

Предельные отклонения размеров на чертежах, увязанные с международной системой допусков и посадок, следует наносить по правилам ГОСТ 2.307—68 в соответствии с Единой системой допусков и посадок (ЕСДП) СЭВ: СТ СЭВ 144—75, 145—75, 177—75, 179—75.

Совокупность предельных отклонений от номинального размера в большую и меньшую сторону является **допуском** на обработку. Основное предельное отклонение — ближайшее к номинальному размеру. Предельные отклонения охватывают поле допуска. Условное обозначение поля допуска состоит из латинской буквы и цифры-квалитета. Буква характеризует положение основного предельного отклонения относительно номинального размера. Поля допусков отверстий обозначают заглавными, валов — строчными буквами. На это правило следует обращать особое внимание, когда заглавные и строчные буквы одинаковы по написанию и отличаются только высотой, например К и к. Цифры квалитета пишутся высотой, равной высоте заглавных букв.

Согласно ГОСТ 2.307—68 (СТ СЭВ 1976—78) предельные отклонения линейных размеров на чертежах указывают одним из способов:

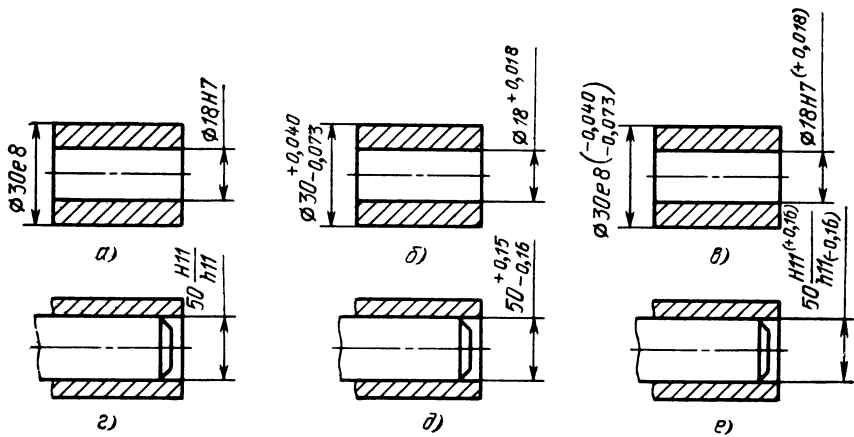


Рис. 1.10. Варианты нанесения предельных отклонений на детали

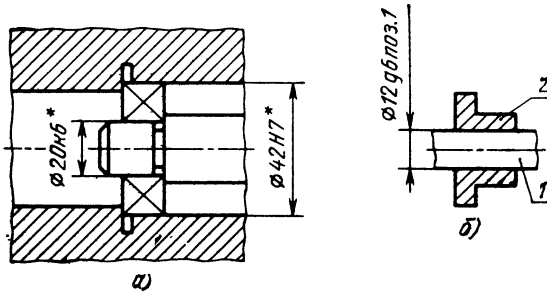


Рис. 1.11. Варианты нанесения предельных отклонений на сборочном чертеже

условными обозначениями полей допусков (рис. 1.10, а, г);
 числовыми значениями предельных отклонений (рис. 1.10, б, д);
 условными обозначениями полей допусков с указанием справа
 в скобках числовых значений предельных отклонений (рис. 1.10, в, е).

Предельные отклонения размеров деталей, изображенных на чертеже в сборе, указывают в виде дроби (посадка): в числителе — для отверстия, в знаменателе — для вала (рис. 1.10, г, е). На сборочных чертежах могут приводиться предельные отклонения только одной из сопрягаемых деталей. Например, задают предельные отклонения посадочных мест валов и отверстий в корпусах, сопрягаемых с подшипниками (рис. 1.11, а). При этом никаких дополнительных символов, обозначающих посадку, не указывают. Можно пояснить, к какой детали относятся предельные отклонения (рис. 1.11, б); если они даны только числовыми значениями, такое пояснение обязательно.

Множественно повторяющиеся на чертежах предельные отклонения относительно низкой точности (от 12-го качества и грубее) после номинальных размеров допускается не наносить, а оговорить общей записью

в технических требованиях одним из вариантов согласно ГОСТ 25670—83:

1) «Неуказанные предельные отклонения размеров: $H14, h14 \pm \frac{t_2}{2}$ или $H14, h14 \pm \frac{IT14}{2}$ »;

2) «Неуказанные предельные отклонения размеров: $+t_2, -t_2, \pm \frac{t_2}{2}$ »;

3) «Неуказанные предельные отклонения размеров: $\pm \frac{t_2}{2}$ или $\frac{IT14}{2}$ »;

4) «Неуказанные предельные отклонения размеров: $\varnothing H14, \varnothing h14, \pm \frac{t_2}{2}$ или $\varnothing H14, \varnothing h14, \pm \frac{IT14}{2}$ ».

При оформлении конструкторской документации необходимо пользоваться предпочтительными полями допусков валов и отверстий, а также посадками, установленными ОСТ 4. 010. 004 (табл. 1.3—1.10), который ограничивает данные, приведенные в ГОСТ 25347—82 (СТ СЭВ 144—75).

Разработано два стандарта на предельные отклонения:

1. ГОСТ 25670—83 (СТ СЭВ 302—76) «Предельные отклонения размеров с неуказанными допусками». Неуказанные предельные отклонения линейных размеров, кроме радиусов закруглений и фасок, назначают:

а) по квалитетам, приведенным в ГОСТ 25346—82 и ГОСТ 25348—82 (СТ СЭВ 177—75): для номинальных размеров менее 1 мм — квалитеты от 11 до 13; для номинальных размеров от 1 до 10 000 мм — квалитеты от 12 до 17;

б) по классам точности, приведенным в настоящем стандарте, которые условно называются «точный», «средний», «грубый» и «очень грубый». Допуски по классам точности обозначают буквой t с индексами 1, 2; 3, 4 соответственно указанным классам точности.

Предельные отклонения по квалитетам точности должны соответствовать значениям, приведенным в ГОСТ 25347—82 и ГОСТ 25348—82.

Значения предельных отклонений, мкм, для размеров свыше 120

до 140 мм: $\pm \frac{IT12}{2} = \pm 200$; $\pm \frac{t_1}{2} = \pm 200$; $\pm \frac{IT14}{2} = \pm 500$;

$\pm \frac{t_2}{2} = \pm 500$; $\pm \frac{IT16}{2} = \pm 1250$; $\pm \frac{t_3}{2} = \pm 1200$; $\pm \frac{IT17}{2} =$

$= \pm 2000$; $\pm \frac{t_4}{2} = \pm 2000$. Те же классы точности относятся к раз-

мерам до 315 мм с более широкими допусками по квалитетам. Для других размеров совпадение числовых значений предельных отклонений по квалитетам и классам точности встречается реже. Стандарт содержит также числовые значения не указанных предельных отклонений углов, радиусов закруглений и фасок.

2. ГОСТ 25349—82 (СТ СЭВ 179—75) «Поля допусков деталей из пластмасс». Основные положения ЕСДП, термины, значения допусков и основных отклонений, правила образования полей допусков и обозначения сохраняются по ГОСТ 25346—82.

Значения предельных отклонений, мкм, для интервала размеров свыше 6 до 10 мм для изделий из пластмасс:

поля допусков валов:

$$k8 = \begin{matrix} +22 \\ 0 \end{matrix}; \quad k9 = \begin{matrix} +36 \\ 0 \end{matrix}; \quad k10 = \begin{matrix} +58 \\ 0 \end{matrix}; \quad z10 = \begin{matrix} +100 \\ +42 \end{matrix}; \quad zb10 = \begin{matrix} +125 \\ +67 \end{matrix};$$

$$k11 = \begin{matrix} +90 \\ 0 \end{matrix}; \quad zc11 = \begin{matrix} +187 \\ +97 \end{matrix};$$

$$\text{поля допусков отверстий: } N9 = \begin{matrix} 0 \\ -36 \end{matrix}; \quad N10 = \begin{matrix} 0 \\ -58 \end{matrix}; \quad Z10 = \begin{matrix} -42 \\ -100 \end{matrix};$$

$$ZB10 = \begin{matrix} -67 \\ -125 \end{matrix}; \quad N11 = \begin{matrix} 0 \\ -90 \end{matrix}; \quad ZC11 = \begin{matrix} -97 \\ -187 \end{matrix}.$$

Для металлических деталей в соединении с деталями из пластмасс рекомендуется назначать поля допусков по ГОСТ 25347—82: для валов h7 ... h12, для отверстий H7 ... H12.

Таблица 1.3

**Предельные отклонения, мкм, полей допусков валов
при номинальных размерах менее 1 мм**

Квалитеты						
fg 6	h 6	k 6	r 6	h 8	h 10	h 11
-4 -10	0 -6	+6 0	+16 +10	0 -14	0 -40	0 -60

Таблица 1.4

Предельные отклонения, мкм, полей допусков валов при номинальных размерах от 1 до 500 мм

Интервал размеров L, мм	Квалитеты															
	g6	h6	j _s 6	к6	n6	p6	r6	s6	f7	h7	e8	h8	d9	h9	d11	h11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
От 1 до 3 вкл.	-2	0	+3,0	+6	+10	+12	+16	+20	-6	0	-14	0	-20	0	-20	0
	-8	-6	-3,0	0	+4	+6	+10	+14	-16	-10	-28	-14	-45	-25	-80	-60
Свыше 3 до 6 вкл.	-4	0	+4,0	+9	+16	+20	+23	+27	-10	0	-20	0	-30	0	-30	0
	-12	-8	-4,0	+1	+8	+12	+15	+19	-22	-12	-38	-18	-60	-30	-105	-75
Свыше 6 до 10 вкл.	-5	0	+4,5	+10	+19	+24	+28	+32	-13	0	-25	0	-40	0	-40	0
	-14	-9	-4,5	+1	+10	+15	+19	+23	-28	-15	-47	-22	-76	-36	-130	-90
Свыше 10 до 18 вкл.	-6	0	+5,5	+12	+23	+29	+34	+39	-16	0	-32	0	-50	0	-50	0
	-17	-11	-5,5	+1	+12	+18	+23	+28	-34	-18	-59	-27	-93	-43	-160	-110
Свыше 18 до 30 вкл.	-7	0	+6,5	+15	+28	+35	+41	+48	-20	0	-40	0	-65	0	-65	0
	-20	-13	-6,5	+2	+15	+22	+28	+35	-41	-21	-73	-33	-117	-52	-195	-130
Свыше 30 до 50 вкл.	-9	0	+8,0	+18	+33	+42	+50	+59	-25	0	-50	0	-80	0	-80	0
	-25	-16	-8,0	+2	+17	+26	+34	+43	-50	-25	-89	-39	-142	-62	-240	-160
Свыше 50 до 65 вкл.	-10	0	+9,5	+21	+39	+51	+60	+72	-30	0	-60	0	-100	0	-100	0
							+41	+53								

Интервал размеров L, мм							
	g6	h6	j _s 6	k6	n6	p6	r6
1	2	3	4	5	6	7	8
Свыше 65 до 80 вкл.	-29	-19	-9,5	+2	+20	+32	+62 +43
Свыше 80 до 100 вкл.	-12	0	+11,0	+25	+45	+59	+73 +51
Свыше 100 до 120 вкл.	-34	-22	-11,0	+3	+23	+37	+76 +54
Свыше 120 до 140 вкл.	-14	0	+12,5	+28	+52	+68	+88 +63
Свыше 140 до 160 вкл.	-39	-25	-12,5	+3	+27	+43	+90 +65
Свыше 160 до 180 вкл.							+93 +68
Свыше 180 до 200 вкл.	-15	0	+14,5	+33	+60	+79	+106 +77

Окончание табл. 1.4

Квалитеты								
s6	f7	h7	e8	h8	d9	h9	d11	h11
9	10	11	12	13	14	15	16	17
+78 +59	-60	-30	-106	-46	-174	-74	-290	-190
+93 +71	-36	0	-72	0	-120	0	-120	0
+101 +79	-71	-35	-126	-54	-207	-87	-340	-220
+117 +92	-43	0	-85	0	-145	0	-145	0
+125 +100	-83	-40	-148	-63	-245	-100	-395	-250
+133 +108								
+151 +122	-50	0	-100	0	-170	0	-170	0

№ 2 Свыше 200 до 225 вкл.	-44	-29	-14,5	+4	+31	+50
Свыше 225 до 250 вкл.						
Свыше 250 до 280 вкл.	-17	0	-16,0	+36	+66	+88
Свыше 280 до 315 вкл.	-49	-32	-16,0	+4	+34	+56
Свыше 315 до 355 вкл.	-18	0	-18,0	+40	+73	+98
Свыше 355 до 400 вкл.	-54	-36	-18,0	+4	+37	+62
Свыше 400 до 450 вкл.	-20	0	-20,0	+45	+80	+108
Свыше 450 до 500 вкл.	-60	-40	-20,0	+5	40	+68

+109 +80	+159 +130	-96	-46	-172	-72	-285	-115	-460	-290
+113 +84	+169 +140								
+126 +94	+190 +158	-56	-0	-110	0	-190	0	-190	0
+130 +98	+202 +170	-108	-52	-191	-81	-320	-130	-510	-320
+144 +108	+266 +190	-62	0	-125	0	-210	0	-210	0
+150 +144	+244 +208	-119	-57	-214	-89	-350	-140	-570	-360
+166 +126	+272 +232	-68	0	-135	0	-230	0	-230	0
+172 +132	+292 +252	-131	-63	-232	-97	-385	-155	-630	-400

Таблица 1.5
Предельные отклонения,
мкм, полей допусков
отверстий при номинальных
размерах менее 1 мм

Квалитеты			
H6	H8	H10	H11
+6 0	+14 0	+40 0	+60 0

Таблица 1.6

Предельные отклонения, мкм, полей допусков отверстий
при номинальных размерах от 1 до 500 мм

Интервал размеров, мм	Квалитеты						
	H7	J _s 7	K7	F8	H8	H9	H11
1	2	3	4	5	6	7	8
От 1 до 3 вкл.	+10 0	+5 -5	0 -10	+20 +6	+14 0	+25 0	+60 0
Свыше 3 до 6 вкл.	+12 0	+6 -6	+3 -9	+28 +10	+18 0	+30 0	+75 0
Свыше 6 до 10 вкл.	+15 0	+7 -7	+5 -10	+35 +13	+22 0	+36 0	+90 0
Свыше 10 до 18 вкл.	+18 0	+9 -9	+6 -12	+43 +16	+27 0	+43 0	+110 0
Свыше 18 до 30 вкл.	+21 0	+10 -10	+6 -15	+53 +20	+33 0	+52 0	+130 0
Свыше 30 до 50 вкл.	+25 0	+12 -12	+7 -18	+64 +25	+39 0	+62 0	+160 0
Свыше 50 до 80 вкл.	+30 0	+15 -15	+9 -21	+76 +30	+46 0	+74 0	+190 0
Свыше 80 до 120 вкл.	+35 0	+17 -17	+10 -25	+90 +36	+54 0	+87 0	+220 0

Интервал размеров, мм	Квалитеты						
	H7	J _s 7	K7	F8	H8	H9	H11
1	2	3	4	5	6	7	8
Свыше 120 до 180 вкл.	+40 0	+20 -20	+12 -28	+106 +43	+63 0	+100 0	+250 0
Свыше 180 до 250 вкл.	+46 0	+23 -23	+13 -33	+122 +50	+72 0	+115 0	+290 0
Свыше 250 до 315 вкл.	+52 0	+26 -26	+16 -36	+137 +56	+81 0	+130 0	+320 0
Свыше 315 до 400 вкл.	+57 0	+28 -28	+17 -40	+151 +62	+89 +0	+140 0	+360 0
Свыше 400 до 500 вкл.	+63 0	+31 -31	+18 -45	+165 +68	+97 0	+155 0	+400 0

Таблица 1.7

Предельные отклонения, мкм, несопрягаемых размеров

Интервал размеров, мм	Квалитеты			
	h14	H14	h16	H16
1	2	3	4	5
От 1 до 3 вкл.	0 -250	+250 0	0 -600	+600 0
Свыше 3 до 6 вкл.	0 -300	+300 0	0 -750	+750 0
Свыше 6 до 10 вкл.	0 -360	+360 0	0 -900	+900 0
Свыше 10 до 18 вкл.	0 -430	+430 0	0 -1100	+1100 —
Свыше 18 до 30 вкл.	0 -520	+520 0	0 -1300	+1300 0

Интервал размеров, мм	Квалитеты			
	h14	H14	h16	H16
1	2	3	4	5
Свыше 30 до 50 вкл.	0 -620	+620 0	0 -1600	+1600 0
Свыше 50 до 80 вкл.	0 -740	+740 0	0 -1900	+1900 0
Свыше 80 до 120 вкл.	0 -870	+870 0	0 -2200	+2200 0
Свыше 120 до 180 вкл.	0 -1000	+1000 0	0 -2500	+2500 0
Свыше 180 до 250 вкл.	0 -1150	+1150 0	0 -2900	+2900 0
Свыше 250 до 315 вкл.	0 -1300	+1300 0	0 -3200	+3200 0
Свыше 315 до 400 вкл.	0 -1400	+1400 0	0 -3600	+3600 0
Свыше 400 до 500 вкл.	0 -1550	+1550 0	0 -4000	+4000 0
Свыше 500 до 630 вкл.	0 -1750	+1750 0	0 -4400	+4400 0
Свыше 630 до 800 вкл.	0 -2000	+2000 0	0 -5000	+5000 0
Свыше 800 до 1000 вкл.	0 -2300	+2300 0	0 -5600	+5600 0
Свыше 1000 до 1250 вкл.	0 -2600	+2600 0	0 -6600	+6600 0
Свыше 1250 до 1600 вкл.	0 -3100	+3100 0	0 -7800	+7800 0

Интервал размеров, мм	Квалитеты			
	h14	H14	h16	H16
1	2	3	4	5
Свыше 1600 до 2000 вкл.	0 -3700	+3700 0	0 -9200	+9200 0
Свыше 2000 до 2500 вкл.	0 -4400	+4400 0	0 -11 000	+11 000 0
Свыше 2500 до 3150 вкл.	0 -5400	+5400 0	0 -13 500	+13 500 0
Свыше 3150 до 4000 вкл.	0 -6600	+6600 0	0 -16 500	+16 500 0
Свыше 4000 до 5000 вкл.	0 -8000	+8000 0	0 -20 000	+20 000 0

Таблица 1.8

Посадки в системе вала при номинальных размерах от 1 до 500 мм

Основной вал	Основные отклонения отверстий			
	F	H	J _s	K
	Посадки			
h5			$\frac{J_s6}{h5}$	$\frac{K6}{h5}$
h6	$\frac{F8}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{J_s7}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$
h8		$\frac{H8}{h8}$ $\frac{H9}{h8}$		

Таблица 1.9

**Посадки в системе отверстия при номинальных размерах
менее 1 мм**

Основное отверстие	Основные отклонения валов									
	d	e	f	f _g	h	j _s	k	r	x	z
	Посадки									
H5				$\frac{H5}{f_g6}$	$\frac{H5}{h6}$	$\frac{H5}{j_s6}$		$\frac{H5}{r6}$		
H6				$\frac{H6}{f_g5}; \frac{H6}{f_g6}$	$\frac{H6}{h6}$	$\frac{H6}{j_s6}$	$\frac{H6}{k6}$	$\frac{H6}{r6}$	$\frac{H6}{x7}$	
H7				$\frac{H7}{f_g6}$	$\frac{H7}{h6}; \frac{H7}{h7}$				$\frac{H7}{x7}$	
H8	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f8}$	$\frac{H8}{f_g7}$	$\frac{H8}{h7}; \frac{H8}{h8}$					$\frac{H8}{z7}$
H9	$\frac{H9}{d8}$		$\frac{H9}{f8}$		$\frac{H9}{h8}$					
H10					$\frac{H10}{h9}; \frac{H10}{h10}$					
H11					$\frac{H11}{h10}; \frac{H11}{h11}$					

Таблица 1.10

**Посадки в системе отверстия при номинальных размерах
от 1 до 500 мм**

Основное отверстие	Основные отклонения валов														
	b	d	e	f	g	h	j _s	k	m	n	p	r	s	u	x
	Посадки														
H6						$\frac{H6}{h5}$									

Основное отверстие	Основные отклонения валов														
	b	d	e	f	g	h	j _s	k	m	n	p	r	s	u	x
	Посадки														
H7				$\frac{H7}{f7}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H7}{j_{s6}}$	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$		
H8	$\frac{H8}{d9}$		$\frac{H8}{f8}$		$\frac{H8}{h7}$, $\frac{H8}{h8}$, $\frac{H8}{h9}$									$\frac{H8}{s7}$	$\frac{H8}{u8}$ $\frac{H8}{x8}$
H9	$\frac{H9}{d9}$	$\frac{H9}{e8}$			$\frac{H9}{h8}$ $\frac{H9}{h9}$										
H10					$\frac{H10}{h10}$										
H11	$\frac{H11}{d11}$				$\frac{H11}{h11}$										
H12	$\frac{H12}{b12}$				$\frac{H12}{h12}$										



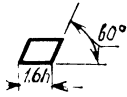
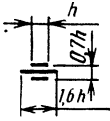


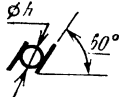
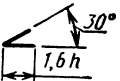
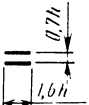
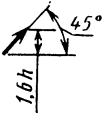
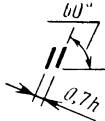
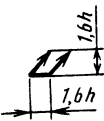


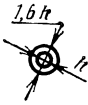

1.7. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей

Допуски формы и расположения поверхностей указывают на чертеже либо условными обозначениями, либо текстом в технических требованиях. Вид допуска формы или расположения на чертеже обозначается знаком (графическим символом). В табл. 1.11 приведены обозначения допусков согласно ГОСТ 2.308—79 (СТ СЭВ 368—76).

Если допуск формы или расположения указывают текстом, то соответствующий текст должен содержать: наименование допуска; указание поверхности или другого элемента, для которого задается допуск (используется буквенное обозначение поверхности или ее конструктивное наименование); числовое значение допуска в миллиметрах; указание баз, относительно которых задается допуск. Например, на рис. 1.12, а обозначена поверхность А, для которой в технических требованиях должна быть запись: *неплоскостность поверхности А не более 0,06 мм.*

Таблица 1.11

Обозначения допусков формы и расположения поверхностей

Группа допусков. Вид допуска	Знак	Группа допусков. Вид допуска	Знак
Допуск формы Допуск прямолинейности		Допуск пересечения осей	
Допуск плоскостности		Допуск симметричности	
Допуск круглости		Позиционный допуск	
Допуск цилиндричности		Допуск наклона	
Допуск профиля продольного сечения		Суммарный допуск формы и расположения	
Допуск расположения поверхностей		Допуск торцевого и радиального биения в заданном направлении	
Допуск параллельности		Допуск полного торцевого и радиального биения	
Допуск перпендикулярности		Допуск формы заданного профиля	
Допуск соосности		Допуск формы заданной поверхности	

Примечания. 1. Высота знаков равна размеру шрифта чисел на чертеже (h). 2. Форма и размеры рамок — согласно ГОСТ 2.308—79.

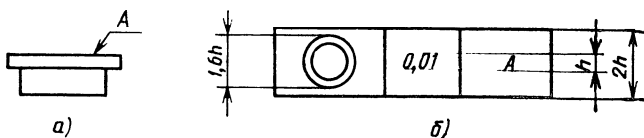


Рис. 1.12. Обозначение поверхности при записи допуска формы в технических требованиях (а); рамка со сведениями о допуске (б)

Основные определения и числовые значения допусков формы и расположения устанавливают ГОСТ 24643—81 (СТ СЭВ 636—77) «Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения» и ГОСТ 24642—81 (СТ СЭВ 301—76) «Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения». Сведения о допуске помещают в прямоугольной рамке, разделенной на два или три поля (рис. 1.12, б). В первое вписывают знак допуска согласно табл. 1.11, во второе — числовое значение допуска, в третье — при необходимости — обозначение базы. Рамку располагают предпочтительно горизонтально, обводят сплошной тонкой линией. Высота рамки равна $2h$, где h — размер шрифта размерных чисел. Высота вписываемых в рамку цифр и букв равна размеру шрифта размерных чисел (или равна h). Рамку допуска соединяют линией, оканчивающейся стрелкой, с контурной линией (рис. 1.13, а) или выносной линией, продолжающей контурную линию элемента, ограниченного допуском (рис. 1.13, б). Базы обозначают зачерненным равносторонним треугольником, который соединяют при помощи соединительной линии с рамкой допуска (рис. 1.14, а).

Высота треугольника равна размеру шрифта размерных чисел. Если треугольник нельзя соединить с рамкой допуска простым наглядным способом, то базу обозначают прописной буквой в специальной рамке и эту же букву вписывают в третье поле рамки допуска (рис. 1.14, б). Большое число примеров см. в [32].

Значения допусков приведены в табл. 1.12.

Перед числовым значением допуска вписывают символ \varnothing , если круговое или цилиндрическое поле допуска указывают диаметром (рис. 1.15, а); символ R , если круговое или цилиндрическое поле допуска указывают радиусом (рис. 1.15, б); символ T , если поле допуска симметричности, отклонение от пересечения осей и позиционный до-

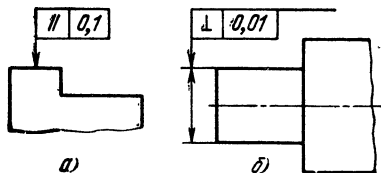


Рис. 1.13. Обозначение допусков

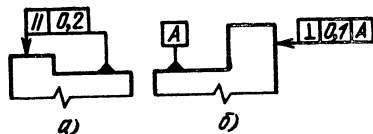


Рис. 1.14. Варианты обозначения базы на чертеже

Таблица 1.12

**Значения, мкм, допусков формы и расположения
поверхностей по степеням точности 1—16**

Допуск, мм	Интервалы номинальных размеров, мм					
	1	8	16	1	8	16
Допуски плоскостности и прямолинейности*	Свыше 10 до 16			Свыше 100 до 160		
	0,3	8	300	1	25	100
Допуски цилиндричности, круглости, профиля продольного сечения*	Свыше 10 до 18			Свыше 50 до 120		
	0,5	12	500	1	25	1000
Допуски параллельности, перпендикулярности, наклона, торцевого биения и полного торцевого биения	Свыше 10 до 16			Свыше 100 до 160		
	0,5	12	500	1,6	40	1600
Допуски радиального биения и полного радиального биения, соосности, симметричности, пересечения осей в диаметральном выражении	Свыше 10 до 18			Свыше 50 до 120		
	1,2	30	1200	2,5	60	2500
Допуски соосности, симметричности и пересечения осей в радиусном выражении	Свыше 10 до 18			Свыше 50 до 120		
	0,6	16	600	1,2	30	1200

* Назначаются, как правило, в тех случаях, когда они должны быть меньше допуска размера.

пуск ограничены двумя параллельными прямыми или плоскостями в диаметральном выражении (рис. 1.15, *в*); символ $T/2$ — для тех же полей допусков, что и для символа T , — в радиусном выражении (рис. 1.15, *г*); слово «сфера», если поле допуска шаровое (рис. 1.15, *д*). Числовое значение допуска действительно для всей поверхности или длины элемента, если не задан нормируемый участок. На рис. 1.16 показан пример, когда допуск должен относиться только к определенному (нормируемому) участку поверхности. Этот участок обозначают штрихпунктирной линией и ограничивают размерами.

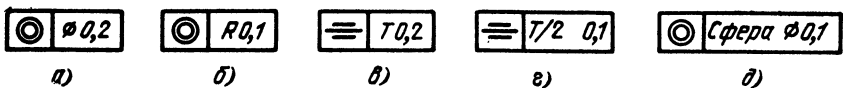


Рис. 1.15. Варианты допусков расположения

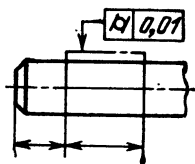


Рис. 1.16. Обозначение допуска к нормируемому участку поверхности

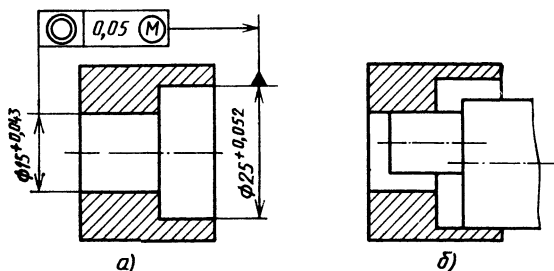


Рис. 1.17. Обозначение зависимого допуска

Допуски расположения и формы практически назначают по наименьшим размерам отверстий (или наибольшим размерам валов), как можно ближе к которым обычно выполняются действительные размеры. В то же время возможно применение переменного «зависимого допуска», обозначаемого буквой М в кружке (рис. 1.17, а): при контроле изготовленной детали к допуску 0,05 мм добавляют значения, на которые действительные диаметры отверстий превышают наименьшие значения, и допускают вставление в отверстие, например, ступенчатой детали с отклонением от соосности ее поверхностей более 0,05 мм (рис. 1.17, б). Независимый допуск оставляют без обозначения (иногда обозначают буквой S в кружке).

1.8. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц

Кроме изображения предмета с размерами чертеж может содержать согласно ГОСТ 2.316—68 (СТ СЭВ 856—78):

текстовую часть, состоящую из технических требований, основных характеристик;

надписи с обозначениями изображений;

таблицы с размерами и другими сведениями, условными обозначениями и т. д.;

надписи, установленные в стандартах, например основную надпись (ГОСТ 2.104—68).

В надписях приводится краткое содержание текста без сокращений слов, за исключением общепринятых (см. приложение к ГОСТ 2.316—68).

Надписи, относящиеся к изображению, располагаются параллельно основной надписи и могут содержать не более двух строк: одна — над полкой линии-выноски, вторая — под ней. Линии-выноски выполняют сплошной тонкой линией. Если линия-выноска пересекает контур, то она заканчивается точкой (рис. 1.18, а), если проведена от линии видимого или невидимого контура (рис. 1.18, б), а также от линий, обозначающих

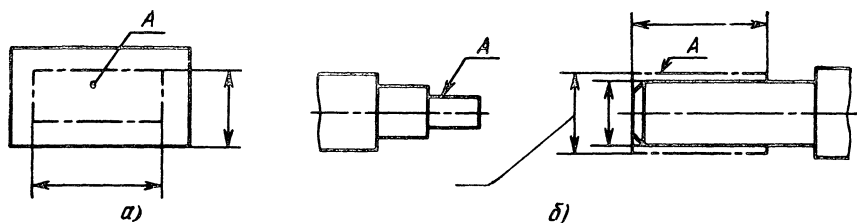


Рис. 1.18. Варианты нанесения линий-выносок:
а — заканчивается точкой; *б* — заканчивается стрелкой, касается линии

начающих поверхность, — заканчивается стрелкой; если проведена от любой другой линии, то она касается этой линии.

Линии-выноски не должны пересекаться между собой, а также с размерными линиями и совпадать с линиями штриховки. Допускается делать излом линии-выноски и проводить от одной полки две и более линии-выноски.

Во многих случаях на чертежах РЭА приходится показывать специфические надписи — слова и знаки, наносимые на изделиях, установленные ГОСТ 2 3090—78 «Аппаратура радиоэлектронная. Правила составления и текст пояснительных надписей и команд». Они имеют следующее содержание:

на рабочем чертеже указывают способ нанесения надписей, их положение на изделии и размер шрифта (прописными буквами, с указанием стандарта);

предпочтительна полная надпись; сокращенные надписи, оканчивающиеся на согласную, должны быть однозначны (например, включение — ВКЛ) или составлены из начальных букв слов и корней сложных слов; допускается сочетание согласных букв и частей слов (например, телефон — ТЛФ; ультрафиолетовые лучи — УФ-лучи; автопривод — АВТОПРИВ);

команды начинаются с глагола, сигналы — с существительного; сопутствующие пояснения пишут строчными буквами;

допускаются стандартизованные символы, добавление цифр и других знаков (например, 220 В), а также включение сведений о состоянии аппаратуры, например П — проверено (всего — 8).

Стандарт содержит тексты пояснительных надписей и команд и их сокращения, например: абонент — АБОН (Аб), автоматический контроль — АК, автономное управление — АвУ, блок питания — БП, блок регулирования — БР, вывод — ВЫВОД, градус — ГРАД, дежурный — ДЕЖ, накопитель на магнитных картах НМК, отключение — ОТКЛ, отрицательный — ОТРИЦ, питание — ПИТАНИЕ, регистр датчика — РД.

Указанный стандарт дополняет ОСТ 4 ГО.010.040 «Аппаратура радиоэлектронная. Надписи и знаки на изделиях. Наименования». На рис. 1.19 показаны надписи-знаки (примеры).

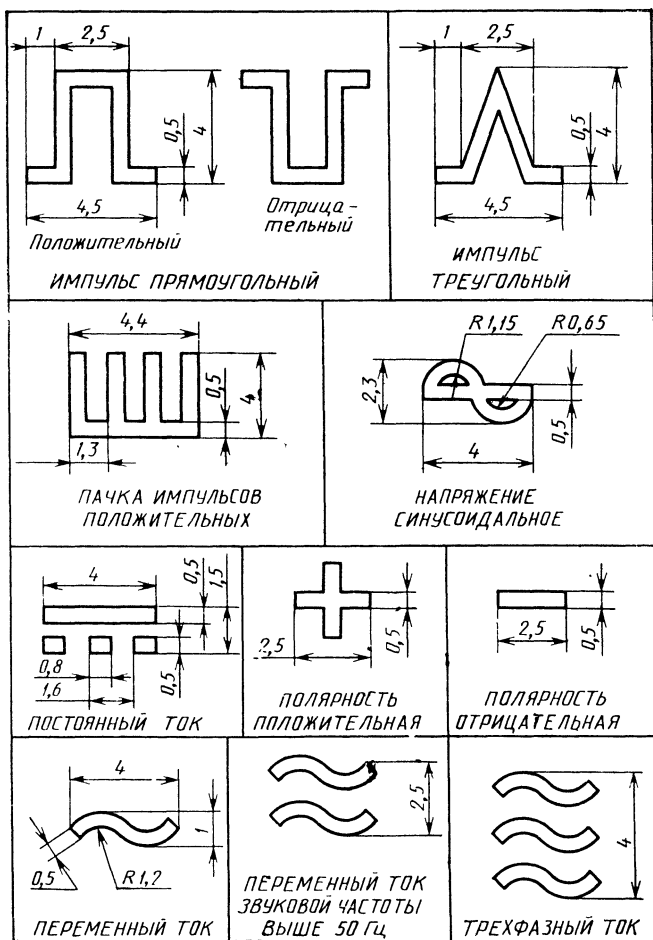


Рис. 1.19. Примеры надписей и знаков на изделиях

На органах управления производственного оборудования в электронной технике наносят символы, установленные ОСТ 11 019.000—83 (рис. 1.20). Там же даны сокращенные надписи для замены символов по мере надобности. Для считывания с расстояния 0,7 м сторона обрамляющего квадрата 10 мм, толщина обводки ее и символов 0,4 мм; для расстояния до 1,5 м соответственно 20 и 0,8 мм; для расстояния до 3 м 32 и 1,2 мм. Символ выделяют на панели цветом (ОСТ 11 093. 000—77). На рис. 1.21 даны примеры указания символа на чертеже.

Текстовую часть располагают над основной надписью. На листах формата более А4 допускается размещение текста на две и более колонки. Общая ширина колонки должна быть не более 185 мм.

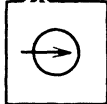
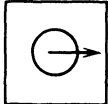

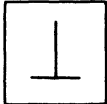
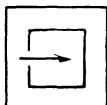
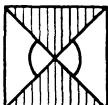
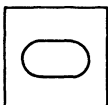

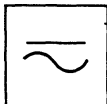
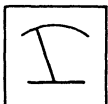



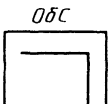

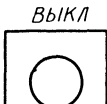
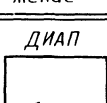
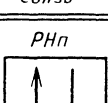
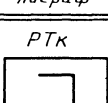
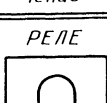
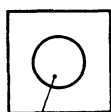
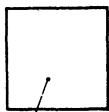
<p><i>ВХ</i></p>  <p>26. Вход</p>	<p><i>ВЫХОД</i></p>  <p>27. Выход</p>	<p><i>ЗЕМЛЯ</i></p>  <p>55 Земля</p>	<p><i>КОРП</i></p>  <p>85 Корпус</p>
<p><i>ПРИЕМ</i></p>  <p>140 Прием</p>	<p><i>РАБ</i></p>  <p>147 Работа</p>	<p><i>СЕТЬ</i></p>  <p>166. Сеть</p>	<p><i>ЧАСТ</i></p>  <p>216 Частота</p>
<p><i>БП</i></p>  <p>6 Блок питания</p>	<p><i>ИЗМЕР</i></p>  <p>57 Измерение</p>	<p><i>КлВ</i></p>  <p>69 Клапан вакуумный</p>	<p><i>М (Му)</i></p>  <p>88. Микрофон</p>
<p><i>НАПРЯЖ</i></p>  <p>94 Напряжение</p>	<p><i>ОБС</i></p>  <p>107. Обратная связь</p>	<p><i>ОСЦИЛ</i></p>  <p>112. Осциллограмф</p>	<p><i>ВЫКЛ</i></p>  <p>244. Выключение</p>
<p><i>ДИАП</i></p>  <p>37. Диапазон (общее применение)</p>	<p><i>РНп</i></p>  <p>153. Регулировка напряжения</p>	<p><i>РТк</i></p>  <p>157. Регулировка тока</p>	<p><i>РЕЛЕ</i></p>  <p>160 Реле (общее обозначение)</p>

Рис. 1.20. Примеры символов, наносимых на органы управления оборудования:
цифры — порядковый номер символа по ОСТ 11 019.000—83



Символ 244 — 20
ОСТ 11 019.000 — 83



Символ 244—20
ОСТ 11 019.000—83

Рис. 1.21. Указание символа на чертеже:

цифра 244 — порядковый номер символа по ОСТ 11 019.000—83, 20 — сторона квадрата в мм

Таблицы помещают на свободном месте поля чертежа, справа или ниже изображения предмета. Исключение составляют таблицы сведений, расположения которых установлены стандартом, например на рабочих чертежах зубчатых колес и т. д. Если имеется одна таблица, то заголовок не пишут. При наличии нескольких таблиц над каждой таблицей пишут слово «Таблица» и справа — ее порядковый номер без знака «№».

Технические требования на чертеже излагают, группируя однородные и близкие по своему характеру требования по возможности в последовательности:

1) требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали (электрические, магнитные, диэлектрические, твердость, влажность, гигроскопичность и т. д.), указание материалов-заменителей;

2) размеры, предельные отклонения размеров, формы, взаимного расположения поверхностей, массы и т. п.;

3) требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытии;

4) зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;

5) требования, предъявляемые к настройке и регулированию изделия;

6) другие требования к качеству изделий, например бесшумность, виброустойчивость, самоторможение и т. д.;

7) условия и методы испытаний;

8) указания о маркировании и клеймении;

9) правила транспортирования и хранения;

10) особые условия эксплуатации;

11) ссылки на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данное изделие, но не приведенные на чертеже.

Пункты технических требований имеют сквозную нумерацию, заголовков «Технические требования» не пишут.

При изображении чертежа на нескольких листах текстовую часть помещают только на первом листе.

Техническая характеристика изделия размещается отдельно от технических требований и имеет самостоятельную нумерацию пунктов.

Располагается эта надпись на свободном месте поля чертежа и имеет заголовок «Техническая характеристика», заголовок не подчеркивают. При наличии на чертеже и технической характеристики, и технических требований над техническими требованиями помещают заголовок; оба заголовка не подчеркивают.

1.9. Текстовые документы

В § 1.2 были указаны наиболее распространенные текстовые документы. Спецификации подробнее будут рассмотрены в гл. 4—9. В данном параграфе приведены документы, составляемые по мере надобности.

Технические условия (ТУ) — документ, содержащий требования (совокупность всех показателей, норм, правил и положений) к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других конструкторских документах. Их разрабатывают при отсутствии государственных, республиканских и отраслевых стандартов ТУ, распространяющихся на данную продукцию, а также при необходимости дополнения или ужесточения требований, установленных в соответствующих стандартах. Порядок построения, изложения и оформления ТУ установлен ГОСТ 2.114—70. Составляют ТУ на листах формата А4 (ГОСТ 2.301—68) с основной надписью (ГОСТ 2.104—68), титульный лист — по ГОСТ 2.105—79.

Патентный формуляр является документом, определяющим состояние объекта техники по охране промышленной собственности. Предназначен для представления организациям, решающим вопросы реализации объекта в стране и за рубежом, в том числе возможности и условий экспорта, капитального строительства, продажи лицензий, передачи технической документации за границу, а также экспонирования на международных ярмарках и выставках.

Патентный формуляр составляют на основе отчета о патентных исследованиях, проводимых в соответствии с ГОСТ 15.011—82. Он содержит общие сведения; результат проверки патентной чистоты; охраняемые документы, под действие которых подпадает объект техники; документы по правовой защите объекта техники. Выполняется на листах белой бумаги формата А4 (ГОСТ 9327—60), как правило, без рамки и основной надписи.

Ведомость ссылочных документов (ВД) содержит перечень документов, на которые имеются ссылки в конструкторских документах изделия; составляется при передаче конструкторской документации предприятию-изготовителю (ГОСТ 2.106—68). Это, например, ссылки на: республиканские, отраслевые стандарты и стандарты предприятия; технические условия на покупные изделия и материалы; руководящие технические материалы, технологические инструкции и другие материалы.

Ведомость составляют по формам 2 и 2а, приведенным в ГОСТ 2.106—68. Запись ссылочных документов производят по разделам в двух графах — «Обозначение» и «Наименование» в последовательности:

- документы предприятий;
- отраслевые документы;
- республиканские документы;
- государственные документы.

Наименования разделов записывают в виде заголовков в графе «Наименование» и подчеркивают. В каждом разделе документы группируют по видам в последовательности:

- стандарты;
- технические условия;

руководящие технические материалы, инструкции и т. п.

Документы одного вида записывают в порядке возрастания обозначений, учитывая различительные индексы министерств и ведомств.

Ведомость покупных изделий (ВП) — их перечень в составе разрабатываемого изделия; рекомендуется для изделий, предназначенных для самостоятельной поставки. Ведомость составляют на основании всех спецификаций изделия по формам 3 и 3а ГОСТ 2.106—68. Запись покупных изделий производят по разделам в следующих графах:

«Наименование» (с указанием также типоразмера);

«Код ОКП» (код общесоюзной классификации продукции);

«Обозначение документа на поставку» (№ стандарта или технических условий на поставку);

«Поставщик» (при необходимости);

«Куда входит» (обозначение спецификации изделия или его составных частей; допускается не заполнять);

«Количество и комплекты» (количество изделий, вошедших в комплекты);

«Количество на регулир.» (количество изделий из числа записанных выше, амортизирующееся при регулировке и испытании);

«Количество всего» (количество изделий, записанных в предыдущих графах);

«Примечание» (например, единицы измерения, если это не штуки).

Наименование разделов устанавливают в зависимости от характера покупных изделий, записывают в виде заголовков в графе «Наименование» и подчеркивают, например: «Конденсаторы».

В каждом разделе изделия записывают по однородным группам, в пределах групп — в алфавитном порядке их наименований, в пределах каждого наименования — по типам и видам, в пределах типов и видов — в порядке возрастания размеров или других параметров.

Ведомость держателей подлинников (ДП) содержит перечень предприятий (организаций), где хранят подлинники документов, разработанных и (или) применяемых для данного изделия. Форму и правила выполнения ведомостей для всех изделий промышленности устанавливает ГОСТ 2.112—70.

Ведомость составляют по формам 1 и 1а на основании всех спецификаций и ведомостей ссылочных документов изделия. Вначале записывают комплект конструкторских и ссылочных документов, подлинники которых хранятся на предприятии-держателе подлинника спецификации изделия, на которое составляется ведомость. Далее записывают документы, подлинники которых хранятся на других предприятиях. Запись производят по разделам в следующих графах:

«Обозначение»;

«Наименование» (конструкторских и ссылочных документов, изделия);

«Кол. листов» (количество листов в комплекте документа);

«Держатель подлинника» (министерство или ведомство, наименование предприятия или организации).

Документы группируют и записывают по принципу ведомственной принадлежности.

Разделы устанавливают в последовательности:

документы на составные части изделия (по алфавиту индексов);
документы ссылочные, наименования разделов записывают в графе «Наименование» и подчеркивают, ссылочные документы записывают в подразделы «Документы на покупные изделия» и «Документы ссылочные и прочие».

Формуляр (ФО) составляют на изделия, для которых необходимо вести учет их технического состояния и данных по эксплуатации. Он содержит гарантированные предприятием-изготовителем основные параметры и технические характеристики изделия, отражающие его техническое состояние, и содержит сведения по его эксплуатации. Формуляр должен состоять из разделов, располагаемых в определенной последовательности (ГОСТ 2.601—68), например:

общие указания;

общие сведения об изделии;

основные технические данные, характеристики и т.д.

Формуляр оформляется согласно ГОСТ 2.105—79. Отдельные разделы рекомендуется оформлять в виде таблиц по формам, предлагаемым ГОСТ 2.601—68.

Паспорт (ПС) составляют на изделия, технические данные которых, гарантированные предприятием-изготовителем, необходимо сообщить потребителю. Если на изделие в целом составляют формуляр, а на составные части изделия, полученные в готовом виде, составлены паспорта, то технические данные из паспорта должны быть включены в формуляр изделия. В других случаях при наличии формуляра паспорт не составляют.

Разделы паспорта располагают в последовательности:

общие сведения об изделии;

основные технические данные и характеристики;

комплектность;

свидетельство о приемке;

сведения о консервации и упаковке;

гарантии изготовителя;

сведения о рекламации.

Отдельные разделы при необходимости следует объединять или исключать. Одноименные разделы паспорта и формуляра должны быть изложены одинаково. Паспорт оформляют по ГОСТ 2.105—79.

Ведомости запасных частей, инструмента и принадлежностей (ЗИП) составляют на изделия, с которыми совместно поставляют прилагаемые к ним комплекты ЗИП и материалов, или поставляют отдельно (групповой и ремонтный комплекты ЗИП). Ведомости одиночного, группового и ремонтного комплектов ЗИП составляют по формам 2 и 2а или 3 и 3а по ГОСТ 2.601—68.

В графах ЗИП указывают:

СОГЛАСОВАНО

Руководитель представительства
заказчика головного предприя-
тия-исполнителя

подпись, инициалы, фамилия

" ___ " _____ 19__ г.

СОГЛАСОВАНО

Руководитель (зам.руководителя)
предприятия-соисполнителя

подпись, инициалы, фамилия

" ___ " _____ 19__ г.

СОГЛАСОВАНО

Руководитель (зам.руководителя)
предприятия-изготовителя

подпись, инициалы, фамилия

" ___ " _____ 19__ г.

РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ

индекс изделия, наименование опытно-
конструкторской работы

обозначение руководящих указаний по конструированию

Часть _____

Главный конструктор ОКР

подпись, инициалы, фамилия

" ___ " _____ 19__ г.

Рис. 1.22. Титульный лист руководящих указаний по конструированию

- «Обозначение» (согласно соответствующей графе спецификации);
- «Код ОКП» (код общесоюзной классификации продукции);
- «Наименование» (записываемых в ЗИП изделий и материалов);
- «№ рисунка» (входящего в ЗИП на отдельных листах);
- «Где применяется» (для запасных частей);
- «Кол. в изделии» (количество запчастей для изделия);
- «Шифр укладки» (условное обозначение тары для ЗИП);
- «Кол.» (общее количество ЗИП и материалов);
- «Примечание» (сроки эксплуатации, разделы ЗИП и др.).

Разделы ведомости ЗИП располагают в последовательности: запасные части; инструмент; принадлежности; материалы.

Наименование разделов записывают в графе «Наименование». Допускается разбивка раздела на подразделы («Крепежные детали» в разделе «Запасные части», «Приспособления» в разделе «Принадлежности» и т. п.). Допускается объединять разделы «Инструмент» и «Принадлежности», а также «Принадлежности» и «Материалы».

Особое место занимают руководящие указания по конструированию (РУК). Этот документ составляют на опытно-конструкторские работы (ОКР), как правило, на каждую тему (на комплексы — не обязательно). Он не входит в комплект конструкторской документации. Его структуру и содержание устанавливает ОСТ 4 091.090—78. Обозначение присваивается в соответствии с действующим классификатором МН СЧХ по классу «0» — Система, или по классификатору ЕСКД.

Руководящие указания по конструированию предназначены для обеспечения выполнения требований технического задания на опытно-конструкторские работы на основе действующих государственных и отраслевых стандартов. Документ оформляется на листах формата А4, рекомендованная форма титульного листа приведена на рис. 1.22. При большом объеме материалы могут быть выполнены в виде отдельных частей (книг). Документ содержит вводную часть и разделы, в том числе: руководство по применению базовых несущих конструкций; общие сведения по конструированию изделия, делению его на составные части; указания по конструированию сборочных единиц (функциональных частей, устройств), электромонтажу, маркированию; выбору электрорадиоэлементов; требования к применению сырья и материалов; указания по конструированию контейнеров, укладке, упаковке, транспортированию и др.

Глава 2.

Основные положения автоматизации разработки и выполнения конструкторских документов

2.1. Общие сведения

Вопросу автоматизации проектирования изделий РЭА уделяется большое внимание. Это объясняется следующими причинами. Во-первых, постоянно возрастает сложность изделий, в результате чего некоторые этапы проектирования либо вообще не поддаются «ручной» обработке, либо настолько трудоемки, что эффективность труда падает и добиться высокого качества конструкторской и технологической документации не удается. Во-вторых, разработаны технические и программные средства электронно-вычислительной техники (ЭВТ), которые позволяют создавать и внедрять в производство системы автоматизированного проектирования (САПР) изделий различных отраслей промышленности.

В САПР входят **подсистемы** — специализированные части данной САПР, ориентированные на решение задач определенного этапа проектирования, в том числе для конструирования с выполнением конструкторской документации. Под **конструированием** условимся понимать разработку конструкции по предварительно выполненным проектным расчетам, реализованную в конструкторской документации (КД). Систему **автоматизации разработки и выполнения конструкторской документации** (АКД) применительно к данной САПР можно определить как графическую подсистему САПР. Система АКД может быть разработана и реализована как автономная (самостоятельная), когда ее создание опережает разработку САПР или она инвариантна, т. е. применима ко многим САПР, а также в других случаях.

С помощью вычислительной техники облегчается оформление конструкторских документов — чертежей, схем и других насыщенных изображением стандартных, унифицированных и типовых составных частей. Это касается, например, оформления принципиальных электрических схем по ГОСТ ЕСКД, когда конструктору или разработчику приходится чертить стандартные условные графические обозначения элементов и составлять их перечень; оформления сборочных чертежей печатных узлов с вычерчиванием изображений стандартных и типовых установок этих элементов на плате; выполнения сборочных чертежей электронных блоков, стоек, шкафов и пультов, формируемых из стандартных и типовых конструкций, приборов, печатных узлов, каркасов, панелей и т.д.; выполнения чертежей типовых механических устройств (штанпов, редукторов и др.); составления спецификаций и других текстовых конструкторских документов. При этом удается автоматизировать разработку конструкторской документации вариантов изделий в зависимости от заданных параметров на основе базовых или унифицированных несущих конструкций. Модернизация существующих конструкций, широко проводимая в промышленности, существенно ускоряет

ется с применением автоматизации. Средствами ЭВТ конструктор может автоматизировать решение графических задач: определение габаритных размеров конструкций, их площади, условий взаимного расположения и др.

Настоящая книга содержит справочные сведения :

о структуре и основных принципах построения систем АКД, о поддержании ее информационной базы (см. § 2.2);

о программном и техническом обеспечении АКД (см. § 2.3, 2.4);

о методах и подходах к созданию систем АКД на примере конструирования типовых деталей и устройств (см. § 3.6, 7.4).

Системный подход к построению системы АКД, предложенные здесь методы могут стать основой для разработки систем АКД любой ориентации. Для решения задач АКД необходимы информационные, программные, технические и другие средства обеспечения. Поэтому в разработке систем АКД в тесном сотрудничестве должны участвовать специалисты разных профилей:

конструкторы, формулирующие задачу АКД и обеспечивающие необходимые подготовительные работы для программистов (см. §§ 2.1; 2.2, 3.6; 7.4);

программисты, на которых возлагается программное обеспечение АКД (см. §§ 2.1, 2.4, 3.6, 7.4, приложение I (для чтения разделов необходимо знание алгоритмического языка программирования Фортран));

инженеры по электронике, обеспечивающие функционирование технических средств вычислительной техники, способные решать задачи АКД (см. § 2.3).

Средства реализации систем АКД предоставляет **машинная графика**, обеспечивающая создание, хранение и обработку моделей геометрических объектов (ГО) и их изображений с помощью ЭВМ [44] (есть и другие определения машинной графики [27]).

Цель АКД — повысить качество разрабатываемой КД, сократить сроки ее разработки и выполнения за счет: улучшения качества оформления КД в исполнении ЭВМ; сокращения сроков разработки и выполнения КД; возможности оперативного создания и просмотра конструкций и выбора оптимальной и др. При соблюдении информационного единства система АКД может быть использована в автоматизированных системах технологической подготовки производства (АСТПП), а также в автоматизированных системах управления технологическим процессом (АСУТП).

Естественной технической формой представления информации об изделиях являются текстовые и графические конструкторские документы, которые состоят из графических изображений и алфавитно-цифровых символов. Так как ЭВМ перерабатывает только дискретные двоичные цифровые коды (последовательность двух цифр 0 и 1), то все компоненты конструкторских документов (как графические изображения, так и текстовая информация) должны быть закодированы. Далее требуется графическое декодирование закодированных элементов, на-

зываемых **данными**. Данные записываются на носители — перфолен-ты, перфокарты, магнитные ленты, магнитные диски и др.

Преобразование графической информации в цифровую форму мож-но выполнить с помощью **кодирующих устройств**, которые считывают координаты точек элементов и передают их значения в ЭВМ (§ 2.3).

Ввод и вывод графической информации можно осуществить через **графический дисплей** — устройство с электронно-лучевой трубкой (ЭЛТ) и клавиатурой (см. § 2.3). Информация, вводимая в ЭВМ или вы-водимая из нее, отражается на экране дисплея. Ее можно изменять. Графическое изображение, например, с помощью светового пера или указки можно перемещать на экране, поворачивать на любой угол, мультиплицировать, масштабировать и т.п. Любое изменение при этом фиксируется в ЭВМ, и откорректированное изображение может быть получено на устройстве вывода (например, графопостроителе) в виде «твердой копии» на бумаге, кальке и другом материале (чертежа, ри-сунка и др.). Такой режим работы считается активным, и его называ-ют **интерактивным**. Кодирование графической информации выполня-ют также с использованием программирования (пассивный метод). Для этого создаются специальные входные графические языки, графиче-ские пакеты и системы. Для составления программы предвзительно выполняют чертеж, эскиз или рисунок, содержащий изображение (рис. 2.1, а) с переменными размерами, заданными параметрами. Про-грамма позволяет вводить в дальнейшем значения параметров и полу-чать варианты изображений (рис. 2.1, б, в). В примере программа со-ставлена с использованием подпрограмм (п/п) автоматизации инженер-но-графических работ и геометрического моделирования на плоскости пакета «Эпиграф» (приложение I), который является составной частью графической системы для малых ЭВМ типа СМ, «Электроника» [4].

Пакет «Эпиграф» представляет собой средство расширения языка програм-мирования Фортран геометрическими переменными и операциями над ними. Опе-раторы создания геометрических переменных и операций представляют собой операторы либо присваивания, либо обращения к п/п, принятые в Фортране.

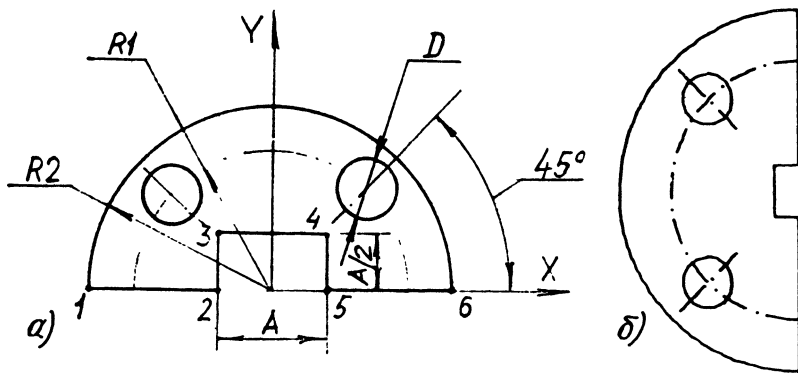
Существует возможность с помощью операторов, описывающих геометри-ческие примитивы типа точка, отрезок прямой (прямая), окружность, дуга окружности, ломаная, а также текст, создать математическую модель любого плоского изображения геометрического объекта (ГО). Такая возможность обе-спечивается тем, что каждый примитив представляется в ЭВМ математической моделью в виде структуры данных — набора канонических параметров. Напри-мер, точка представлена координатами X и Y , окружность — координатами ее центра X , Y и радиусом R и т. д. Основные геометрические операторы и необхо-димые пояснения даны в приложении I, в том числе операторы описания графиче-ских примитивов, например:

$IP = IPNTXY (X, Y)$ — определяется точка (геометрическая переменная с именем IP) с координатами X, Y ;

$IP1 = IPNTLC (L, IC, IP2)$ — определяются две точки пересечения ориен-тированной прямой L с окружностью IC : $IP1$ — точка входа, $IP2$ (выходной) параметр) — точка выхода;

$IL = ILINXY (XN, YN, XK, YK)$ — определяется отрезок IL прямой с коор-динатами начальной и конечной точек;

$IC = ICIRXY (XC, YC, R)$ — определяется окружность IC с координатами центра XC, YC и радиусом.



```

SUBROUTINE FLA(IG,A,R1,R2,D)
K=A/2.
P=D/2.
C ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕНТРА ОСЕЙ КООРДИНАТ
IP0=IPNTXY(0.,0.)
C ПОСТРОЕНИЕ ЛОМАННОЙ - НИЖНЕЙ ЧАСТИ ФИГУРЫ
IPL=IPLNXY(-R2,0.,-K,0.,-K,K,K,K,0.,R2,0.)
C ПОСТРОЕНИЕ ДУГИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЙ ВЕРХНИЙ КОНТУР ФИГУРЫ
IA=IARCSXY(0.,0.,-R2,R2,0.,-R2,0.)
C ЗАДАНИЕ ТИПА ЛИНИИ ДЛЯ ОСЕВОЙ ЛИНИИ ( ДУГИ С РАДИУСОМ R1 ).
CALL SETSTL(4)
C ПОСТРОЕНИЕ ОСЕВОЙ ЛИНИИ - ДУГИ
IA1=IARCSXY(0.,0.,-R1,R1,0.,-R1,0.)
C ПОСТРОЕНИЕ ОСЕВОЙ ЛИНИИ ДЛЯ МАЛЫХ ОКРУЖНОСТЕЙ. ФОРМИРУЕТСЯ
C НА ОСИ X.
LOS=ILINXY(R1-P-3.,0.,R1+P+3.,0.)
C ЗАДАНИЕ ОСНОВНОГО ТИПА ЛИНИИ
CALL SETSTL(1)
C ПОСТРОЕНИЕ МАЛОЙ ОКРУЖНОСТИ С ЦЕНТРОМ НА ОСИ X
IC=ICIRXY(R1,0.,P)
C ПОСТРОЕНИЕ МАЛОЙ ОКРУЖНОСТИ С ЦЕНТРОМ НА ОСИ X С ОСЕВОЙ
C ЛИНИЕЙ
ICL=INODE(IC,LOS)
C ПОСТРОЕНИЕ МАЛЫХ ОКРУЖНОСТЕЙ, ПОВЕРНУТЫХ НА СООТВЕТСТВУЮЩИЙ
C УГОЛ
IC1=IROTAT(ICL,45.,0.,0.)
IC2=IROTAT(ICL,135.,0.,0.)
C ОПИСАНИЕ ГО СО ВСЕМИ ЭЛЕМЕНТАМИ
IG=INODE(IPL,IA,IA1,IC1,IC2)
RETURN
END

```

в)

Рис. 2.1. Программное описание графического изображения:
а — параметрически заданное ГИ; б — машинное изображение; в — подпрограмма описания

Задание каждого геометрического примитива для ЭВМ осуществляется с помощью подпрограммы, имя которой указывают в операторе после знака равенства перед скобками с фактическими параметрами, определяющими данное конкретное геометрическое изображение.

В «Эпиграфе» есть подпрограммы, обеспечивающие объединение нескольких геометрических объектов в один, — создание геометрического комплекса (ГК).

В качестве ГО, входящих в ГК, могут быть как отдельные примитивы, так и другие ГК (пояснение в приложении I): $KI=INODE(IW, IC, IA)$ и т. п.

Как правило, графические пакеты содержат подпрограммы не только описания графических примитивов или геометрических фигур, построенных из примитивов, но и подпрограммы, осуществляющие операции над ними, например переноса, поворота, масштабирования, симметричного изображения (аффинные преобразования), а также логические преобразования (пересечение, объединение и др.) геометрических объектов. Пакет «Эпиграф» содержит такие п/п. Например, п/п FMOVE перемещает ГО на определенное расстояние, заданное вектором, для чего следует обратиться к ней с соответствующими данными, указываемыми в списке параметров (в скобках):

CALL FMOVE (IGO, SX, SY)

— перемещение геометрического объекта IGO на вектор, заданный дискретными величинами SX, SY.

В приложении I даны сведения о п/п логических преобразований.

Рассмотрим пример п/п описания графического изображения (ГИ), приведенного на рис. 2.1, в (при написании п/п использовано приложение I).

Описываемое графическое изображение состоит из следующих геометрических элементов: ломаной с вершинами 1, ..., 6, дуги с начальной точкой 6, конечной 1, двух окружностей, расположенных под углом 45° относительно оси X, и осей окружностей. Все элементы могут быть описаны с использованием подпрограмм определения примитивов (точки, дуги, окружности, отрезка прямой, ломаной). На ГИ присутствуют разные типы линий: основная и штрихпунктирная. Тип линии задается п/п SETSTL с параметром ITIP:

CALL SETSTL (ITIP),

где в качестве параметра указывается код соответствующей линии, например основная сплошная линия имеет код 1, штриховая — 3, штрихпунктирная — 4.

При описании малых окружностей в п/п; использован следующий подход: сначала их построили на оси X вместе с осью LOS, а затем повернули окружность с осью на определенный угол. Для получения ГК, представляющего модель фигуры в целом, использована п/п INODE. Обращаясь к полученной п/п описания данной фигуры, можно получить сколько угодно вариантов изображений с фактическими параметрами. Например, в результате работы оператора

CALL FLA (IG, 10., 25., 35., 10.)

будет получен ГО GI с параметрами A—10, R1—25, R2—35, D—10 (рис. 2.1, б).

Автоматизация разработки и выполнения конструкторских документов связана с программированием ГИ, разработкой систем АКД, эксплуатацией программных и технических средств. Это достаточно трудоемкий процесс. Поэтому автоматизировать процесс получения чертежей и других конструкторских документов следует в тех случаях, когда разработанные программные средства (системы АКД) будут использоваться многократно и обеспечивать многовариантность конструирования с заменой трудоемких однотипных операций и осуществлением оперативного доступа к информационным и справочным данным.

2.2. Основные принципы построения и структура системы автоматизации разработки и выполнения конструкторской документации

Автоматизацией разработки и выполнения конструкторской документации начали заниматься с развитием технических и программных средств машинной графики. Как указывалось выше, систему АКД можно рассматривать как графическую подсистему САПР и как автономную систему, имеющую свою структуру.

Система выполняет ввод, хранение, обработку и вывод графической информации в виде конструкторских документов. Для реализации системы АКД необходимы: документы, регламентирующие работу системы АКД; исходная информация для формирования ее информационной базы; информационная база; технические и программные средства создания моделей ГИ и ГО; технические и программные средства ввода, хранения, обработки и вывода графической информации. Перечисленные составные части системы АКД могут быть ориентированы на конкретный объект конструирования либо, что желательно, инвариантны с возможностью использования в различных системах АКД. Их наличие и объем в системе АКД зависит от: объекта конструирования (электронные блоки, типовые детали и т.д.); имеющихся технических и программных средств; квалификации специалистов.

Составляющие системы АКД образуют:

методическое обеспечение — документы, регламентирующие работу системы АКД, содержащие методику конструирования объекта, состав и правила эксплуатации системы АКД;

информационное обеспечение — совокупность сведений о составных частях конструкторских документов, нормативно-технических документов (НТД), изготовленных для введения их в память ЭВМ, а также информационная база системы АКД;

техническое обеспечение — вычислительные средства с графическими устройствами ввода-вывода, в том числе интерактивными;

программное обеспечение для графической информации.

Основные принципы построения системы АКД следующие:

мобильность — адаптируемость системы АКД к вычислительным средствам и к различным САПР, обеспечивающая возможность переноса системы АКД в другие вычислительные системы с минимальными затратами. Путь к этому — использование универсальных языков программирования высокого уровня и средств стандартизации машинной графики (например, графического стандарта GKS);

информационное единство всех частей системы АКД и САПР, которое предполагает единство логической структуры обрабатываемой информации. Это дает возможность использовать одни и те же данные о ГО (например, модель ГО) как для формирования конструкторской документации (создание модели ГИ), так и для расчетов, необходимых в САПР (например, расчета теплового излучения);

инвариантность — максимальная независимость составных частей и системы АКД в целом по отношению к ориентированным системам АКД и САПР. Например, система АКД электронных блоков может быть использована как графическая подсистема в системе управления робототехническим комплексом и как графическая подсистема в системе управления контрольно-измерительным устройством;

модульность как основной принцип разработки программного обеспечения АКД — разбиение программных средств на функционально законченные модули;

возможность расширения системы АКД путем дополнения новых составных частей и развития имеющихся.

Графическая информация представляется в ЭВМ в форме цифровой модели графического изображения (модель ГИ) — совокупности сведений о геометрических элементах и отношениях между ними. Исходная информация для создания ГИ может быть подготовлена в виде эскиза, рисунка, чертежа для программирования и др. Рассматривая графические конструкторские документы с точки зрения автоматизации их разработки и выполнения, на чертежах и схемах можно выделить в основном два вида ГИ:

постоянные — с постоянными размерами и геометрической формой (например, ГИ условных графических изображений в схемах; ГИ стандартных радиоизделий и их установки в сборочные единицы; базовая (постоянная) часть сборочных чертежей электронных блоков);

параметрически заданные — с переменными размерами и геометрической формой (например, ГИ радиоизделий, зависящих от типонимала, ГИ свинчиваемых каркасов, зависящих от типоразмера).

Как правило, модели ГИ создают с использованием кодирующих устройств (см. § 2.3), графических дисплеев в интерактивном режиме или с телекамеры. Их можно получить и программным способом; особенно это касается параметрически заданных ГИ (см. § 2.1). При этом в памяти ЭВМ хранятся подпрограммы, которые обеспечивают формирование модели ГИ с заданными значениями параметров. Применение одного из предложенных способов или их синтеза, а также других способов создания моделей ГИ определяется наличием технических, программных средств и требованиями конкретной их реализации.


В конструкторской деятельности при исследовании характеристик составных частей конструкций возникает необходимость в решении геометрических задач расчета площади, объема, центра тяжести и др. Их решение можно обеспечить созданием моделей двух- и трехмерных геометрических объектов (моделей ГО). На основе модели ГО можно получать модели ГИ — проекции, сечения и др. При этом модель двухмерных ГО может служить моделью ГИ, например как это имеет место в пакете п/п «Эпиграф» (приложение I).

Информационная база (ИБ) системы АКД — часть, существенно влияющая на АКД. Ее содержание в большой степени определяет возможности АКД. В состав ИБ входят: модели ГИ, модели ГО, подпрограммы формирования ГИ и ГО, справочная научно-техническая информация (например, таблицы данных, сведения о комплектующих изделиях) и др. Графическая информация в ИБ может быть представлена в виде графических и конструктивных элементов, расположенных по уровням (табл. 2.1). Каждый следующий уровень предусматривает использование элементов предыдущего уровня и появляется по мере развития информационной базы и системы АКД в целом.

Для работы с моделями ГИ и моделями ГО все шире используются **системы управления базами данных (СУБД)** общего назначения. Для

Таблица 2.1

Графические и конструктивные элементы информационной базы системы АҚД

Уровень	Вид элемента по конструктивному содержанию	Примеры	Примечание
I (самый нижний)	Графические примитивы	Точка, прямая, отрезок, ломаная, окружность и др.	Могут быть использованы для формирования любых конструктивных элементов. Как правило, определены используемой базовой графической системой (пакетом п/п), например «Эпиграф»
II	Графические конструктивные элементы	Некоторые параметрически управляемые графические изображения проекций:  — цилиндров;  — фасок;  — цилиндрических отверстий;  — резьбовых отверстий и др.	Подбирает и формирует конструктор. Могут быть использованы при выполнении чертежей любых конструкций
III	Графические изображения элементов конструкций и устройств	Обобщенные чертежи типовых деталей; параметрически управляемые изображения картасов и др.	Могут быть ориентированы на область применения, а также инварианты
IV	Параметрически управляемые конструкции Конструкции, скомпонованные из стандартных и типовых элементов	Модели вариантов сборочных чертежей электронных блоков Механические устройства	

хранения моделей ГИ и ГО при ограниченном приложении разрабатываемой графической подсистемы могут быть использованы способы организации данных, обеспеченные в операционной системе ЭВМ, например файловая структура, библиотека. Сведения о составе информационной базы хранятся в каталоге элементов ИБ, который содержит: шифр (наименование изделия согласно НТД), по которому можно найти элемент в библиотеке («U77» на рис. 2.2);

чертеж для программирования (чертеж ПР), который может быть использован для любых способов создания модели ГИ (программного, интерактивного), а также как справочный документ (рис. 2.2, а);

габаритный чертеж (рис. 2.2, б), изображения с которого используются в других чертежах для программирования;

машинный чертеж (рис. 2.2, в) — справочный материал.

Шифры элементов каталога параметрически заданных ГИ (рис. 2.3) совпадают с шифрами на чертежах ПР. Информационная база может содержать допустимые значения параметров и соответствующие им размеры, если это необходимо. Они используются для получения модели параметрически заданного ГИ, а также в качестве справочных данных. Для хранения этих данных можно применять СУБД общего назначения, файловые структуры и т.д. При соблюдении информационного единства эти сведения могут быть получены из других подсистем САПР.

Чертежи для программирования (ввода в ЭВМ). Графическую информацию, подлежащую обработке на ЭВМ, целесообразно предварительно подготовить для обеспечения идентификации вводимого ГО, а также для единообразия и повышения эффективной работы программистов и операторов ЭВМ.

Под чертежом ПР условимся понимать чертеж, выполненный специально для программирования (ввода в ЭВМ). Для составления чертежей ПР требуются:

техническое задание на проект и утвержденное техническое предложение;

проектный расчет или выборка — расчетные параметры, схемы, текстовая и графическая информация, в том числе по применению стандартных и прочих покупных изделий;

чертежи-аналоги, чертежи смежных устройств и др.;

каталоги составных частей информационной базы;

эмпирические и другие соотношения размеров, применяемые в расчетах и конструировании, или указания по их составлению, содержание надписей;

стандарты, справочная литература и другие НТД для конструкторской работы.

Оформление чертежа ПР (разработка Московского института электронной техники). На рис. 2.4 представлен чертеж ПР детали (на деталь). В левом верхнем углу написан в кавычках временный шифр (может содержать не более шести символов, включая цифры; возможно использование позиционного обозначения из спецификации). Для

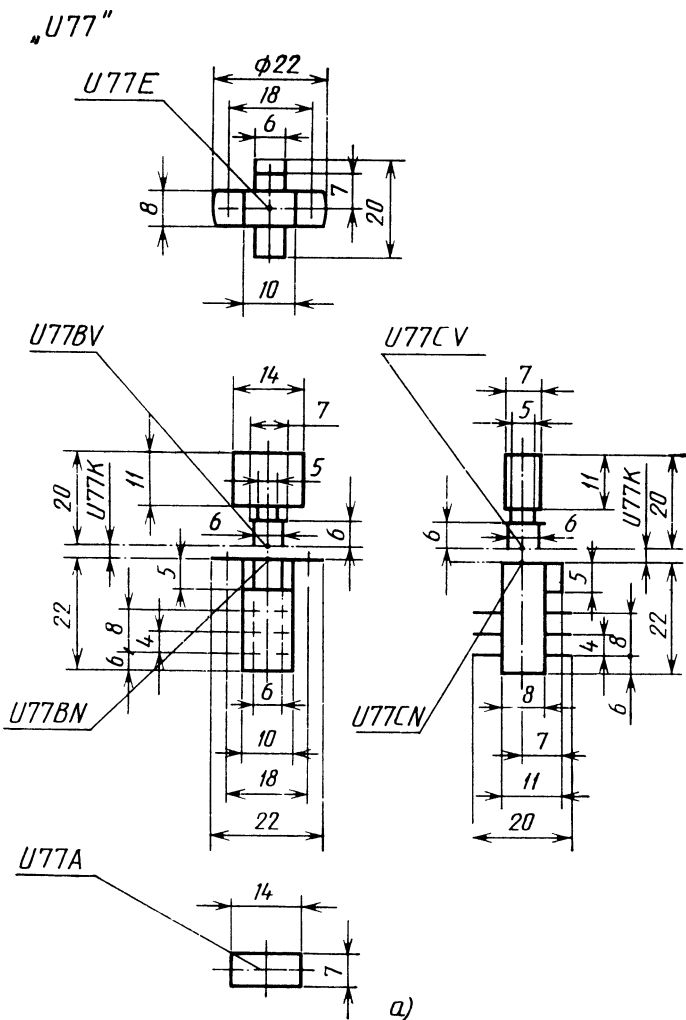
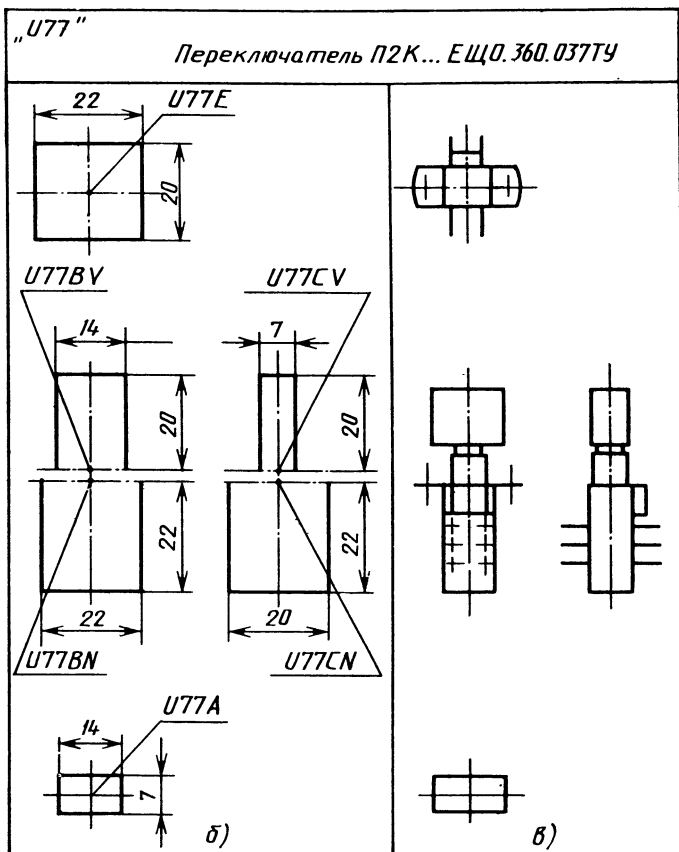


Рис. 2.2. Элемент каталога информационной базы:

a — чертеж ПР на переключатель П2К; *б* — габаритный чертеж; *в* — изображение переключателя, выполненное на графопостроителе

выведения на машинный чертеж каждого изображения ему присвоена опорная точка с обозначением, содержащим шифр чертежа и порядковый номер: 1 ...6 — для изображения на основных плоскостях проекций (ГОСТ 2.305—68; для фронтальной проекции — 2), 7, 8, ... — для других видов. Чертеж содержит постоянные и переменные размеры. Обозначения переменных размеров (не более 6 символов) составлены из шифра чертежа и некоторых букв, кроме D, с цифрами для каждого



геометрического элемента, например FA1 **; двумя звездочками здесь маркирован размер, нужный программисту, но не выводимый на чертеж. Обозначения всех диаметров содержат букву D. Обозначения шероховатости нанесены так же, как на обычном чертеже.

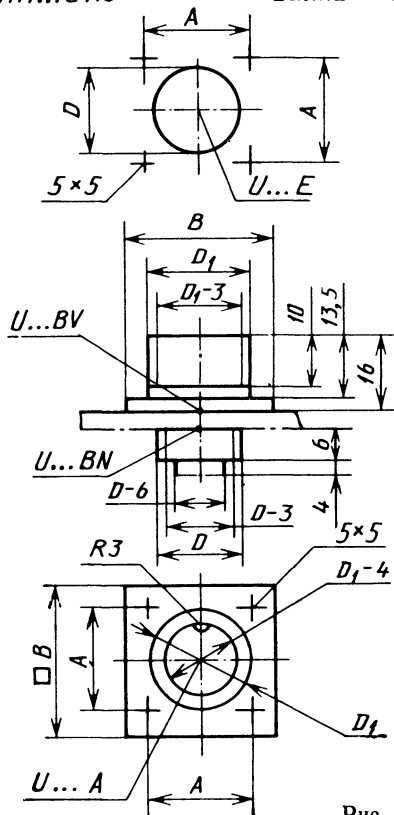
Чертеж, содержащий большое количество размеров, сопровождается таблицей (табл. 2.2).

Чертеж, особенно сборочный (рис. 2.5, а), обычно сопровождается таблицей координат опорных точек всех изображений (рис. 2.5, б), которую целесообразно давать на одном листе с чертежом (эскизом) ПР.

Специальных правил для записи технических требований и основной надписи не предусмотрено. Для выведения на машинный чертеж надписи на поле чертежа (рис. 2.6) задают условную опорную точку без ее обозначения. Координаты X и Y, отсчитанные от опорной точки соответствующего изображения, записывают в скобках около над-

„U111...U113“

Вилка ОНЦ...БРД. 364.082ТУ



Шифр; тип соединителя; размеры

D	D ₁	D ₂	A	B
U111	ОНЦ-РГ-0,9	7/14...		
M14	M16	14	17	24
U112	ОНЦ-РГ-0,9	4/18...		
M16	M20	18	20	27
U113	ОНЦ-РГ-0,9	4,5/39...		
M39	M42	39	37	46

Рис. 2.3. Чертеж ПР на вилку соединителя

Таблица 2.2

Размеры для программиста (к рис. 2.4, шифр «F»)

Выражение для вычисления размера	Источник информации	Вычисление	Точность, мм	Размеры на чертеже	Входные параметры	Пример исполнения
FD1 = DII	Табл. 1	FD1 = DII	1,0	FD1 h6	DII	∅14
FA1 = 1,6 DII	Табл. 1	FA1 = 1,6 DII	1,0	FA1 H9	»	18
FA2 = V2B { VM2 (V2DL = FD1)}	«F» «UM2»	CALL POISK ('UM2', 'U2B', U2B, 'U2DL', CD1)	1,0	FA2 H9	»	3
...

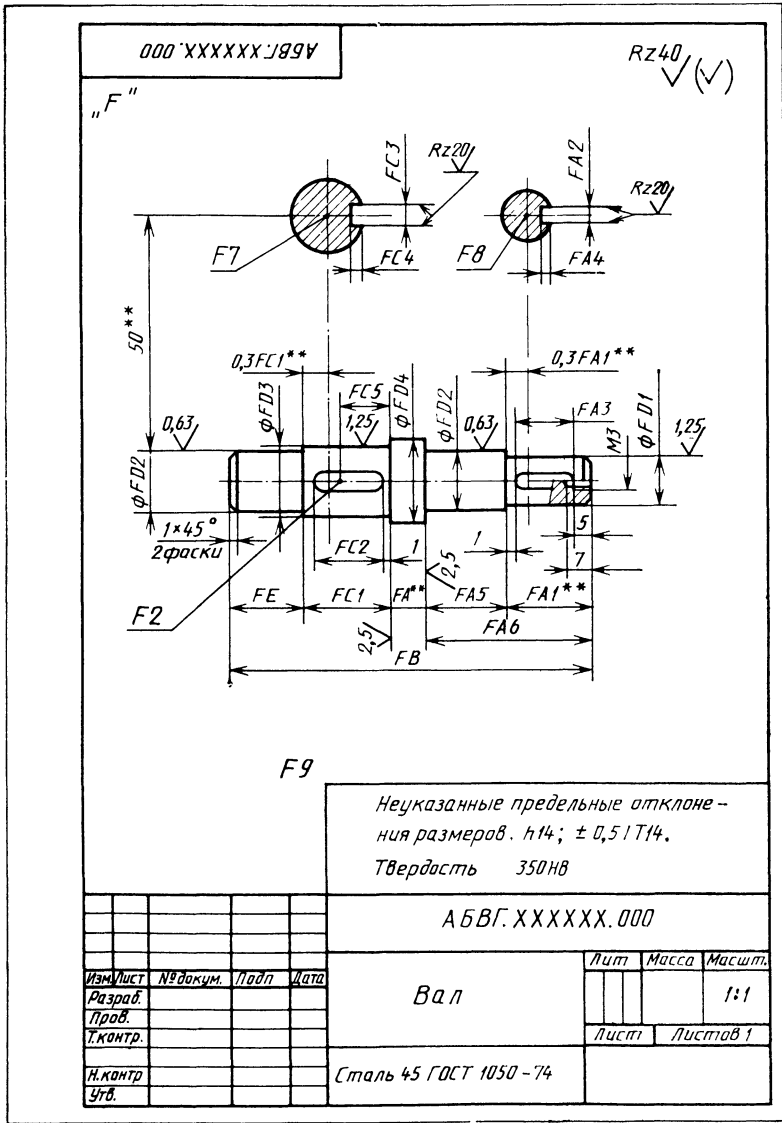


Рис. 2.4. Чертеж ПР на деталь

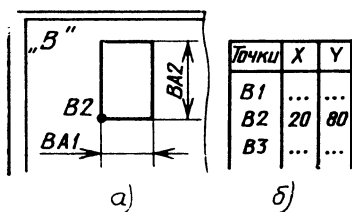


Рис. 2.5. Изображение вида на чертеже ПР (а), таблица координат опорных точек (б)

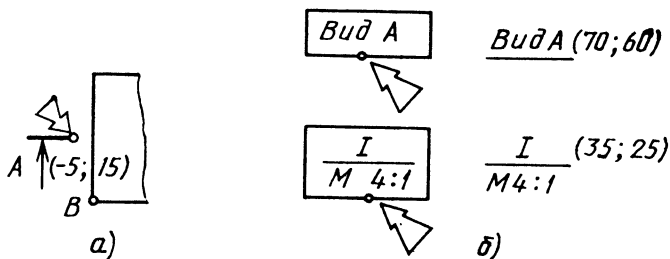


Рис. 2.6. Пояснение к выведению надписи на машинный чертеж

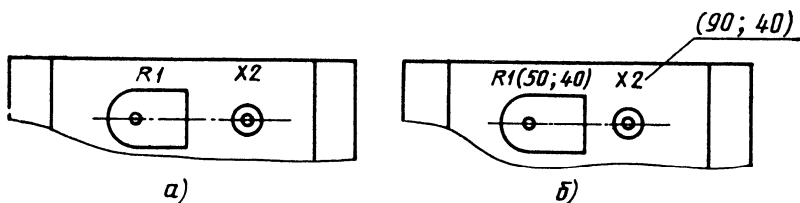


Рис. 2.7. Буквенно-цифровые обозначения на рабочем чертеже (а), обозначение координат, их расположения на чертеже ПР (б)

писи. Буквенно-цифровое обозначение радиоизделия (рис. 2.7) наносят на чертеже ПР с координатами его левого нижнего угла относительно опорной точки изображения, на котором оно помещено. Координаты остальных надписей измеряют от левого нижнего угла контура чертежа.

Особенность оформления чертежей ПР на изделия, применяемые как покупные (см. рис. 2.2, 2.3), заключается в том, что на них показывают изображения, размеры, а также крепежные детали, необходимые для включения в сборочные чертежи. На рис. 2.2, а изображен переключатель П2К, установленный на панели толщиной U77К. Частям изображения присвоены опорные точки с подшифрами с буквами V и N. На рис. 2.3 показан чертеж ПР изделия для нескольких исполнений. Сведения о чертежах ПР на сборочные единицы и других даются по мере их рассмотрения.

2.3. Техническое обеспечение

Технические средства обеспечения АКД по функциональному назначению можно разделить на:

средства получения твердых копий (графические регистрирующие устройства) — графопостроители, координатографы, печатающие устройства, аппаратура микрофильмирования;

средства ввода-вывода и взаимодействия с ЭВМ — алфавитно-цифровые и графические дисплеи, кодирующие устройства;

вычислительные средства для переработки графической информации — большие ЭВМ, мини-ЭВМ, микроЭВМ, персональные ЭВМ, микропроцессоры.

Основным устройством получения твердых копий графических изображений является графопостроитель. Информация на **графопостроитель** передается непосредственно с ЭВМ либо с помощью промежуточных носителей (перфоленга, магнитная лента).

По **способу формирования** изображения графопостроители можно разделить на векторные и растровые. В векторных графопостроителях изображение последовательно формируется из отрезков прямых и кривых линий. В планшетном графопостроителе пишущий инструмент перемещается вдоль обеих координатных осей при неподвижной основе документа (бумаге, кальке и др.), в рулонном (барабанном) пишущий инструмент перемещается вдоль одной оси, бумага — вдоль другой. Наиболее распространенные векторные графопостроители приведены в табл. 2.3.

В растровых графопостроителях изображение формируется в виде мозаичной картинке из светлых, темных или цветных точек (пикселей). Бумага перемещается, а пишущий орган по одной схеме неподвижно выводит строчку, по другой — перемещается вдоль одной оси. В связи с тем, что формирование графического изображения во многих случаях более приемлемо в векторном виде, графопостроители растрового типа снабжаются микропроцессорным управлением и устройством памяти для преобразования векторного описания ГИ в растровое и хранения всех параметров. Ниже приведены технические характеристики отечественных растровых графопостроителей.

Принтер-плоттер СМП 6320 барабанного типа, основанный на принципе ударного параллельно-последовательного знаковинтезирования, обеспечивающий высокую производительность в символьном и графическом режимах, имеет технические данные:

скорость вывода не менее 14,5 см/с;

скорость перемещения бумаги не менее 4,3 мм/с;

ширина поля графического изображения 337 мм;

шаг точек растра, мм: по горизонтали 0,21, по вертикали 0,35;

диаметр точки 0,5 мм;

информация выводится на бумагу с краевой перфорацией шириной 230 ... 420 мм.

Характеристики векторных графических регистрирующих устройств

Фирма	Марка	Тип постройтеля	Рабочее поле	Разрешаю- щая спо- собность	Точность позициони- рования	Число перьев, шт.	Максималь- ная скорость, мм/с	Ускорение, м/с ²
Digigraf (Kovo)	EC 7051	Планшетный	1000×1200	0,05 (0,25)	—	3	50	—
	EC 7052	Рулонный	380×600	0,1 (0,05)	—	3	200	—
	EC 7053	»	841×1600	0,1 (0,05)	—	3	150	—
	EC 7054	»	»	»	»	»	»	»
	1008	Планшетный	1000×800	0,05	0,1	2	100	—
	1612	»	1600×1200	0,05	0,05	4	50	—
	1208	»	1189×841	0,01	0,1	4	350 (400)	3,2
	1712	»	1682×1189	0,01	0,1	4	250	—
	АП-7251	»	1189×841	0,05 (0,025)	0,2	3	130 (100)	0,3
	АП-7252	Рулонный	594×420	0,05 (0,025)	0,2	3	280 (250)	1,25
	АП-7253	»	1189×841	0,05 (0,025)	0,2	3	280 (250)	1,25
	ЭМ722	Планшетный	1200×1600	—	0,2	3	250	—
	ЭМ7022	»	1200×1600	0,1	0,15	1	250	—
ЭМ732	»	1200×1600	0,025	0,2	4	1000	—	
Colcomp	748	Планшетный	1219×2082	0,005	0,1	4	762	9,8
	960	Барабанный	841×1518	0,0125	0,25	2	762 (254)	39,2
	1065	Рулонный	1841×50 000	0,0125	—	4	762	19,6
Benson	1425	Планшетный	840×1200	0,0125	0,0125	4	500	14,7
	5342	Барабанный	840×1200	0,0125	0,0125; 0,05	4	800	39,2
	1342	Рулонный	940×50 000	0,00625	0,025; 0,05; 0,1	4	800	44,1
ARISTO	205	Планшетный	1200×1500	0,01	0,05	4	500	3
	308	»	1800×3000	0,01	0,06	4	500	3
QUEST	4/70	Планшетный	840×1180	0,05	0,05	4	100; 200; 300	1; 5; 10

Устройство регистрации цветных изображений ПС-6401, выполненное в виде стола, в котором размещен модуль управления. На столе располагается регистрирующий механизм барабанного типа. Работа устройства основана на струйном импульсном (капля по капле) способе регистрации изображения. В качестве инжектируемой жидкости используются чернила типа «Радуга» или чернила для карандашей с волоконным пишущим узлом (фломастерные). Носитель информации — обычная бумага для документирования (типографская, писчая, чертежная и т.п.). Технические данные:

максимальный формат листа 1200×1200 мм;

максимальный размер графического изображения 1190×1190 мм; плотность позиционирования элемента раstra 8 и 4 точки/мм;

число адресуемых позиций: при плотности 8 точек/мм 9600×9600 ; при плотности 4 точки/мм 4800×4800 ;

максимальное число используемых моноцветов для многоцветного растрового изображения 24;

время регистрации моноцветного изображения на максимальном формате: при плотности растровых строк 8 строк/мм и плотности точек в растровой строке 8 точек/мм 15...16 мин; при плотностях 8 строк/мм и 4 точки/мм 7...8 мин; при плотностях 4 строки/мм и 4 точки/мм до 4 мин;

время регистрации многоцветного изображения на максимальном формате больше времени для моноцветного изображения в n раз, где $n = (2, 3, 4, 6, 12, 24)$ в зависимости от числа цветов;

потребляемая мощность не более 1,2, кВт·А;

габаритные размеры $1800 \times 850 \times 1500$ мм;

масса не более 200 кг.

Графический дисплей (ГД) — устройство отображения графической информации на экране ЭЛТ. Графические дисплеи, снабженные средствами ввода графической и алфавитно-цифровой информации для возможности диалога пользователя с ЭВМ (алфавитно-цифровая и функциональная клавиатуры, световое перо и др.), получили название графических дисплейных терминалов.

По способу формирования изображения ГД можно разделить на векторные и растровые. Векторные ГД формируют изображение на индикаторе ЭЛТ посредством луча. Электронно-лучевые трубки векторных дисплеев бывают с регенерацией изображения и запоминающие. Графический дисплей на основе ЭЛТ с регенерацией изображения (ГД с регенерацией изображения) рассчитан на воспроизведение его с частотой (циклом) 50 раз в секунду. Для регенерации изображений ГД должны быть снабжены запоминающим устройством (дополнительной памятью). При «насыщенной» картинке, когда время формирования изображения больше этого цикла, изображение будет «мерцать». Полная смена или частичное изменение изображения возможны за один цикл регенерации, что дает возможность редактировать или создавать динамически изменяющиеся изображения. Основной особенностью за-

**Характеристики графических видеомониторов МСВТ,
СМ ЭВМ и ЕС ЭВМ**

Характеристика	Модель					
	Видеомонитор МС 6105	Видеомонитор МС 6106	ЕС 7065	ЭПГ-СМ (СМ-7300)	ЭПГ-2 (СМ-7306, К331-10)	ДГП (К331-3)
Размер экрана (диагональ), см	31	32	43	43	43	До 61
Рабочее поле эк- рана, мм	205×130	220×160	250×250	240×240	240×240	—
Число адресуемых точек экрана	—	—	1024×1024	1024×1024	1024×1024	320×287
Разрешающая способность точек /диаметр пятна, мм	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	—
Число строк раз- вертки	280	512	—	—	—	—
Способ развертки	Растровый	Растровый	Векторный	Векторный	Векторный	Растровый
Число типов ли- ний (сплошная, штриховая и др.)	—	—	4	4	4	—
Число векторов, отображаемых за время кадра без мельканий:						

длинных (от 1/64 до макс. длины) коротких (менее 1/64 макс.), число знаков	— — —	— — —
Число знаков в наборе	—	—
Число первичных цветов	1	3 (красный, зеленый, синий)
Число цветояркостных градаций	8	4096 (16 по каждому первичному цвету)
Средства оперативного взаимодействия	—	—
Интерфейс	—	—
Габаритные размеры, мм	350×244× ×258	320×280×400
Масса, кг	7	15
Потребляемая мощность, В·А	23	80

300	666	666	—
2720	—	—	—
2100	1400	2100	—
96	128	127	—
1	1	1	3 (К331-3/1,2) 1 (К331-3/3,4)
—	8	8	512; 64
АЦК, ФК, планшет	АЦК, ФК, СП	АЦК, ФК, СП	—
Специальный	ОШ	ИРПС, ИРПР	2К (К331-3/1 и 3) ИРПР (К331-3/2 и 4)
1385×900×1125 (стол), 630×550×700 (планшет)	775×485×180 (процессор), 485×456×680 (монитор), 482×250×101 (клавиатура)	160×800× ×1200	—
300	21,4 (процессор), 52 (монитор), 5,1 (клавиатура)	250	—
800	—	1000	800

поминающих ЭЛТ и ГД на их основе является способность их экрана самостоятельно сохранять значительный объем графической информации в течение длительного промежутка времени. При этом «насыщение» картинки большого значения не имеет, но возможности получения динамически изменяющихся изображений, а также редактирования с их использованием ограничены, так как для таких дисплеев возможна лишь полная смена изображения при стирании предыдущего и выводе нового.

Примером дисплея на запоминающей трубке может служить ГД 15ИГ-162×210-001 вычислительной системы типа 15УТ-4-017 («Кулон»), которая в основном применяется для решения задач САПР РЭА, таких как проектирование печатных плат и интегральных микросхем, где требуется большое «насыщение» картинки и нет особой необходимости в динамическом ее изменении.

В растровых графических дисплеях изображение формируется из светлых, темных и цветных точек. Обычно они имеют большую автономную память и микропроцессор для преобразований из векторной формы представлений ГИ в растровую, а также возможность создания динамически изменяющихся изображений. Растровые ГД в силу заложенного в них принципа формирования изображения не имеют ограничений на «насыщенность» картинки. Поскольку растровые ГД часто используются одновременно и как алфавитно-цифровые, они нашли широкое распространение в качестве дисплейного терминала персональных ЭВМ, например в ДВК-3М2, ДВК-4, «Электроника-85», «Искра 1030.11» и др. Характеристики распространенных ГД и видеомониторов приведены в табл. 2.4.

Распространены следующие кодирующие устройства: М-2002, М-2004, ЭМ-709, ГАРНИ, ПКГИО. Для полуавтоматического кодирования применяются кодировщики ГИ — планшеты с абсолютной или автоматической системой координат и ручным устройством ввода ГИ. Для автоматического кодирования применяются автоматические кодировщики, а также телекамеры и алгоритмы распознавания изображения. Характеристики устройств кодирования, используемых в комплексах АРМ (автоматизированное рабочее место), приведены в табл.2.5. Перемещение знака слежения возможно посредством шарового или рычажного указателя либо устройства типа «мышь».

Для обеспечения ввода графической информации, формирования, редактирования и вывода результатов в виде графических изображений устройства, предназначенные для этих целей, объединяют в комплексы технических средств машинной графики. Конкретный состав комплексов определяется классом решаемых задач, производственными площадями, объемами вывода графической информации и ее качеством, стоимостью оборудования и др. Решение задач АКД требует больших ресурсов вычислительных систем: быстродействия, объема оперативной и внешней памяти, а также наличия необходимого периферийного оборудования. Поскольку диапазон используемых в машинной графике

Таблица 2.5

Характеристики устройств кодирования графической информации

Характеристика	Модель			
	ЭМ709	ПКГИО	ГАРНИ	СМ-6402
Размер рабочего поля, мм	900×1200	850×618	1055×780	850×600
Используемые координатные сетки, мм	0,1; 1; 2; 2,5; 5	0,1	0,5	1; 1,25; 2,5; 5
Разрешающая способность, мм	0,1	0,1	—	0,1
Точность определения координат, мм	0,2	0,4	—	0,5
Допустимая толщина носителя документа, мм	—	2,5	—	1,0
Производительность, точек в 1 мин, в режиме:				
дискретном	—	—	50	80
непрерывном	—	180	—	6000
Масса, кг	300	500	—	180
Потребляемая мощность, кВт	0,5	0,8	—	0,48

вычислительных устройств и систем очень широк, то для определенных применений можно воспользоваться следующими рекомендациями:

для управления графическим дисплеем с регенерацией достаточно восьмиразрядного микропроцессора;

для обеспечения работы терминальной станции с графическим дисплеем, кодировщиком, клавиатурой, световым пером и графопостроителем, используемой для формирования и редактирования чертежей (в том числе выполнения операции преобразований переноса, поворота, масштабирования и т.п.), требуется шестнадцатиразрядная мини-ЭВМ с оперативной памятью не менее 0,5 Мбайт и быстродействием не менее 50 тыс. оп/с;

для обеспечения функционирования машиностроительной САПР, которая разрабатывает как конструкторскую, так и технологическую документацию, необходима тридцатидвухразрядная ЭВМ с оперативной памятью не менее 1...2 Мбайт, быстродействием 1 млн. оп/с и объемом внешних запоминающих устройств прямого доступа (магнитные диски и т.п.) порядка 200 Мбайт.

Комплексы технических средств машинной графики развиваются в виде трехуровневых систем:

Технические характеристики персональных ЭВМ

Характеристика	Модель				
	МС 0502.77 ДВК-3М2	МС 0502 (исполнение-09) ДВК-4	МС 0585 «Электроника 85»	ЕС 1840	Искра 1030.11
Конструктивное исполнение	Настольное	Настольное	Настольное	Настольное	Настольное
Элементная база, процессор	К1801 ВМ2	К1801 ВМ2	К1811. К1818	К1810 ВМ86	К1810 ВМ86
Быстродействие, тыс. оп/с	1000	1000	600	10 ⁶	10 ⁶
Объем памяти, Кбайт: ОЗУ ПЗУ	64...248 8	64...248 8	512 16	256...640 —	—
Объем адресуемой памяти, Кбайт	4096	4096	4096	1024	1024
Число команд	72	72	138	—	—

Характеристика		
	МС 0502.77 ДВК-3М2	МС 0502 (исполнение-09) ДВК-4
Системное программное обеспечение	ОС : ОС ДВК. Языки: Ассемблер, Бейсик, Фортран, Паскаль	ОС : ОС ДВК. Языки: Ассемблер, Бэйсик Фортран, Паскаль
Внешний накопитель	2×220 Кбайт НГМД «Электроника 6022»	1600 или 800 Кбайт НГМД
Устройство отображения	Видеомонитор алфавитно-цифровой и графический МС 6105.01. Графопостроитель ЭМ7052. Печатающее устройство УВВПУ-30 004	Монитор алфавитно-цифровой и цветной графический МС 6106.01

Модель		
МС 0585 «Электроника 85»	ЕС-1840	Искра 1030.11
ОС : Прос, Фодос 2. Языки: Бейсик, Фортран, Паскаль, Макро, Модула-2	ОС : ОСМ86, МИКРОС86. Система программирования Бейсик М86; базовый пакет программ АБАК; программа ТЕЛТЕКС. Языки: Паскаль, Фортран, С	ОС : АД ОС. Языки: Бейсик А с операторами об- работки графиче- ской информа- ции; Макроас- семблер MASM; Паскаль ЯМ6
2×400 Кбайт НГМД, 5...10 Мбайт НМД	2×320 Кбайт НГМД	2×320 Кбайт НГМД
Монитор алфа- витно-цифровой и графический (960×240 точек) МС 6106.02	Алфавитно-цифровой дисплей. Возмож- ность подключения монохромного и цвет- ного графического дисплеев. Малога- баритное печатающее устройство	Алфавитно-циф- ровой и графиче- ский дисплей (640×200 и 320×200 точек). Печатающее уст- ройство К6312М

верхний уровень — большая ЭВМ, многомашинный комплекс, вычислительная сеть;

средний уровень — мини-ЭВМ с АРМ, персональные ЭВМ;

нижний уровень — графические устройства, в частности со встроенными микропроцессорами.

На верхнем уровне решаются задачи с обработкой большого объема информации при повышенной точности: ведение баз данных, в том числе с графической информацией; моделирование, в том числе создание геометрических объектов с проведением по ним расчетов. Используются ЭВМ-ЕС, БЭСМ-6 и др.

На среднем уровне решаются широкий класс задач САПР машиностроения и РЭА. Комплекс технических средств для разработки программного обеспечения формируется с учетом небольшого объема выводимой графической информации, и обычно с большим числом алфавитно-цифровых дисплеев для подготовки и отладки программ. К используемым при этом ЭВМ относятся: СМ-3, СМ-4, СМ-1420, «Электроника 100-25», часто — в составе АРМ. Широко распространены АРМ-М и АРМ-Р, «Кулон».

Широкое распространение получают диалоговые комплексы на основе микропроцессоров — персональные ЭВМ (ПЭВМ). Для АКД применимы профессиональные модели ПЭВМ, обладающие большой вычислительной мощностью и снабженные необходимыми для графических работ устройствами. Характеристики наиболее пригодных для АКД ПЭВМ приведены в табл. 2.6.

2.4. Программное обеспечение

По назначению программное обеспечение (ПО) АКД можно расположить по уровням (табл. 2.7).

Объектно-ориентированные графические системы и пакеты программ эксплуатируются в основном в рамках специализированных систем под управлением специализированных операционных систем (ОС). Например, графическая подсистема специализированной САПР печатных плат на базе системы «Кулон» (система машинного проектирования 15УТ-4-017). При простой в эксплуатации и достаточно высокой надежности такое ПО трудно модифицируемо и не обладает мобильностью. Шире применяются графические средства, работающие под управлением операционных систем общего назначения.

Распространены операционные системы:

для ЭВМ серии ЕС — ДОС ЕС и ОС ЕС [14];

для ЭВМ серии СМ — ДОС СМ, ФОБОС, РАФОС, ДОС КП, ДИАМС, ОС РВ, ИНМОС и др.;

для персональных ЭВМ — СР/М, ОС ДВК, ФОДОС-2, ПРОС, MSDOS, UNIX и др.

Интенсивно развиваются АРМ, основанные на СМ ЭВМ и совместимых с ней мини-ЭВМ и персональных ЭВМ. Для этого класса ЭВМ разработаны следующие операционные системы.

Таблица 2.7

Структура программного обеспечения АКД

Уровень	Наименование	Назначение	Примеры
1	Объектно-ориентированный	Программные средства, предназначенные для заданного класса объектов	Пакет прикладных программ для диалогового проектирования печатных плат ГРИФ [19]
2	Программно-ориентированный	Программное обеспечение, ориентированное на область применения	Пакеты программ ГРАФОР [6] для научных исследований; PAD — ЕС [21] — для машиностроительного конструирования
3	Геометрического моделирования	Построение моделей геометрических объектов в памяти ЭВМ	Пакет программ ФАП — КФ [13]; графическая система «Эпиграф» (приложение I)
4	Базовый общий графический	Реализация общих графических функций ввода, вывода и хранения графической информации	Пакет программ ГРАФОР, графическая система ГКС [5]
5	Базовый графический ориентированный на конкретное графическое устройство	Реализация вывода графической информации на конкретное графическое устройство	Базовое программное обеспечение (БПО) работы конкретного графического устройства
6	Системный	Обеспечение работы графического устройства в конкретной операционной системе	Программа-драйвер

РАФОС [11] имеет малое время реакции, малый объем требуемой памяти и удобный командный язык общения одного пользователя с вычислительной системой, оснащенной малыми или средними ЭВМ или персональными ЭВМ типа ДВК.

ОС РВ (RSX-11) [10] — ОС реального времени для СМ-4, СМ-1420, «Электроника 100-25», «Электроника-79» с оперативной памятью не менее 64 К слов. Обеспечивает многозадачный многопользовательский режим работы. Система приоритетов позволяет распределять задачи по срокам выполнения. Имеется интерпретатор для обработки команд,

сходных с командами РАФОСа. Можно создавать собственные интерпретаторы командных файлов для составления алгоритмов.

ИНМОС (UNIX) [7] — инструментальная мобильная операционная система для ЭВМ с диспетчером памяти. Содержит текстовые редакторы, программы формирования текстов, интерактивные средства для работы с простыми базами данных, программы построения компиляторов, лексических анализаторов и др. Возможна многотерминальная, многопользовательская работа с разделением времени. Процессы (задачи) могут порождать другие процессы с обменом информацией. Командный язык является диалоговым, имеет свойства языка программирования для составления алгоритмов и др.

К программным средствам, работающим в среде ОС общего назначения, можно отнести ПО всех остальных уровней. Программные средства 2...4 уровней, как правило, обеспечивают: программное описание графических изображений; выполнение аффинных преобразований графических элементов (перенос, поворот, масштабирование и т.п.); операции экранирования, штриховки, различные геометрические вычисления (расчет площади, момента инерции и др.) и решение других задач АКД. Широкое распространение получили графические системы и пакеты программ, являющиеся расширением универсальных алгоритмических языков высокого уровня графическими компонентами. Ниже рассмотрены распространенные графические пакеты и системы, созданные на основе языка Фортран.

ГРАФОР — комплекс графических программ, обеспечивающих простое и удобное средство для вывода информации в графической форме. Комплекс обладает большой полнотой графических функций и имеет ориентацию на обработку результатов научных исследований. Пакет программ обеспечивает:

- построение следующих графических элементов: отрезков прямых, прямоугольников, окружностей, дуг, эллипсов, многоугольников, маркеров; написание алфавитно-цифровых символов;

- аффинные преобразования графических элементов;

- построение возможных графиков, гистограмм;

- экранирование участка страницы;

- решение некоторых задач геометрических построений (проведение прямых, в том числе взаимно параллельных, взаимно перпендикулярных и других построений) и вычислений;

- аппроксимацию кривых;

- построение аксонометрических изображений; проекций трехмерных объектов с удалением невидимых линий;

- построение плоского изображения поверхности, заданной однозначной непрерывной функцией двух переменных, их аффинные преобразования и получение аксонометрических и перспективных изображений и др.

Описание графического изображения образует совокупность обращений к подпрограммам пакета.

Пакет получил распространение на различных ЭВМ: в полном объеме реализован на больших ЭВМ типа ЕС ЭВМ, БЭСМ-6; версии ГРАФОРa — на малых ЭВМ типа СМ-3, СМ-4 и др. В различных применениях обеспечивается выведение на графопостроители типа ЕС-7051,-7052,-7054, АП-7051,-7052, Calcomp, Venson, графические дисплеи ЕС-7064, ТТ2.

РАД — ЕС (Package for Automatical Drawing) — пакет графических программ на ЕС ЭВМ, ориентированный на выполнение машиностроительных чертежей. Пакет обеспечивает:

- построение графических элементов: отрезков прямых, ломаных, прямоугольников, многоугольников, окружностей, дуг, кривых второго порядка, маркеров и др.; написание алфавитно-цифровых символов; аффинные преобразования графических изображений;
- штриховку областей;
- построение линейных, угловых и диаметральных размеров;
- вычерчивание обозначений шероховатости, предельных отклонений формы и расположения поверхностей и др.

Использование обращений к подпрограммам пакета обеспечивает удобное включение операций черчения в любое место программы, решающей проектную или иную задачу.

ГП — ЕС — графический пакет программ в составе операционной системы ОС ЕС ЭВМ, обеспечивающий формирование и выведение графических изображений на графопостроители ЕС-7051,-7052,-7053,-7054. Пакет программ обеспечивает:

- вычерчивание графических элементов: прямых, дуг, окружностей, эллипсов, сеток, штриховых линий и др.;
- построение графиков, гистограмм, схем, стрелок, размерных линий и др.

ФАП — КФ (формализованный аппарат геометрического моделирования на основе компилятора с языка Фортран) — пакет подпрограмм геометрического моделирования и автоматизации инженерно-графических работ. В ФАП — КФ имеется более 200 геометрических операторов для определения геометрических объектов и осуществления различных манипуляций с ними. Пакет подпрограмм обеспечивает:

- построение и моделирование различных плоских и пространственных ГО: прямых линий, линий и поверхностей второго порядка, дуг, ломаных и лекальных кривых и др.;

- аффинные преобразования над геометрическими объектами;
- объединение нескольких ГО под одним именем;
- вычисление площадей, моментов инерции и других характеристик ГО;

- построение пересечения и объединения областей, эквидистант, линий пересечения поверхностей, сечений, проекций, аппроксимации кривых.

Пакет может быть использован для моделирования кинематики механизмов; для программирования алгоритмов автоматического вычер-

чивания и алгоритмов формирования траекторий движения инструмента при автоматической подготовке управляющих программ к станкам с ЧПУ; в задачах раскрытия материала на фигурные заготовки; для автоматического черчения; для решения сложных геометрических задач, которые могут быть решены путем геометрического моделирования. В полном объеме ФАП-КФ реализован на ЕС ЭВМ; версия пакета ФАП-СМ, обеспечивающая моделирование в плоскости, — на СМ ЭВМ.

ГЕОГРАФИС [41] — программное средство, полученное в результате объединения целого ряда пакетов программ и языков (ГРАФОР, ОГРА, АППАРАТ; ГЕОМЕТР; СИРИУС и др) с целью обогатить возможности программиста путем включения фрагментов и программ машинной графики, написанных с использованием различных пакетов программ, в одну программу. Средство ГЕОГРАФИС предназначено для описания плоских и пространственных ГО и обеспечивает все возможности приведенных здесь пакетов.

Программные средства машинной графики могут быть объединены в графические системы, которые помимо графических пакетов программ включают в себя программные средства, обеспечивающие реализацию на конкретных графических устройствах.

АЛГРАФ [25] — система моделирования, обладающая достаточно мощными средствами построения как двухмерных, так и трехмерных ГО. Предусматривает обработку многих типов геометрических элементов при различных способах их задания; осуществление различных преобразований; построение проекций и др. Система разработана для ЭВМ серии ЕС и графопостроителя ЕС-7054. Варианты системы рассчитаны и на другие графические устройства.

ГРАФИТ [40] — комплекс программ геометрического моделирования для использования в САПР, ориентированных на проектирование и технологическую подготовку в машиностроении. Обеспечивает: моделирование двух- и трехмерных геометрических объектов; ввод и редактирование моделей ГО и чертежей; быстрый доступ ко всем данным, хранящимся в модели для обеспечения проектных и конструкторских операций; хранение моделей; изготовление чертежей.

В моделях, создаваемых ГРАФИТом, хранится информация: геометрическая, иерархическая, атрибутивная (масса, стоимость и т.д.), о связях элементов. В рамках системы существует пакет программ, позволяющий получать машиностроительные чертежи по ГОСТ ЕСКД.

СМОГ-85 [15] — система машинной графики, предназначенная для обеспечения графических работ в САПР и конструирования в машиностроении. Содержит:

пакеты программ для описания ГИ (АСНИ, ГРАФИТ), решения геометрических задач (СПЕЙС), получения чертежей, оформленных по ГОСТ ЕСКД;

систему управления графическим выводом (СУГВ);
диалоговый пакет СПО ГД для работы в интерактивном режиме за графическим дисплеем.

Рассмотренные графические системы эксплуатируются на больших ЭВМ типа ЕС ЭВМ и др. Ниже приведен пример графической системы, которую можно эксплуатировать на малых ЭВМ типа СМ-4, «Электроника 100 — 25» и др.

ЭПИГРАФ — графическая система геометрического моделирования на плоскости и автоматизации инженерно-графических работ (см. приложение I).

Базовое программное обеспечение (БПО) обеспечивает интерфейс с языком высокого уровня и позволяет работать с конкретным графическим устройством в терминах элементарных графических операций различного уровня сложности (нарисовать отрезок красным цветом, построить окружность и т.д.). Состав и функции подпрограмм БПО зависят от конструкции устройства, возможностей его блока управления. Например, БПО для графопостроителя, как правило, содержит подпрограммы вычерчивания отрезков прямых, окружностей и их дуг всеми типами линий ГОСТ ЕСКД, а также вывода алфавитно-цифровой информации. Базовое программное обеспечение для графических дисплеев обеспечивает большие возможности. Например, БПО ОСГРАФ для графического дисплея ЭПГ СМ содержит более 50 подпрограмм, которые позволяют строить отрезки прямых, окружности, дуги, выполнять преобразования сдвига, масштабирования, поворота и др., структурировать над графическими изображениями и разбивать изображения на сегменты и др.

С расширением номенклатуры графических устройств число БПО для различных устройств быстро растет, хотя функционально они практически не отличаются друг от друга (набор примитивов и операций практически один и тот же, различие состоит в синтаксисе, обозначениях, режимах управления устройствами и т.д.). Это затрудняет перенос разработанного программного обеспечения на разнообразные технические средства, снижает мобильность систем в целом. Для возможности создания программных средств, независимых от графических устройств, вычислительных систем, языков программирования, областей приложения, в международной организации по стандартизации (ISO) разработан международный стандарт на графическую базовую систему GKS (GRAPHICAL KERNEL SYSTEM) — графическую корневую систему (ГКС) [5]. Положенные в ее основу понятия и конструктивные правила обеспечивают:

- простоту использования системы с широкими возможностями;
- возможность использования любых устройств (векторных, точечных, растровых) — от простого регистрирующего устройства до интеллектуального терминала (без модификации программ);
- возможность эффективной и надежной реализации программ.

Система GKS является двухмерной. С появлением графических устройств, способных поддерживать трехмерные возможности, назрела

необходимость в создании стандарта для трехмерной графики. В рамках ISO такие работы ведутся. Проектируется также международная стандартизация интерфейсов.

Самый нижний уровень — системный — занимает программа-драйвер (ПД) операционной системы, обеспечивающая взаимодействие с системой и выполнение элементарных операций на устройстве (перемещение пишущего инструмента в графопостроителе, электронного луча в графическом дисплее и др.). Указания программе-драйвер передаются базовыми программными средствами.

Таким образом, программные средства АҚД взаимосвязаны между собой и использование одних средств не исключает, а предполагает использование других. Наиболее эффективную систему графического общения с вычислительными средствами можно получить при обеспечении взаимодействия программных графических средств всех уровней.

Глава 3.

Обязательные чертежи рабочей документации. Чертежи деталей

3.1. Общие требования

Обязательными чертежами рабочей документации согласно ГОСТ 2.102—68 (СТ СЭВ 4768—84) являются чертежи деталей и сборочные чертежи. В общем случае на каждую деталь и сборочную единицу выполняют отдельный рабочий чертеж с основной надписью и дополнительными графами (рис. 3.1).

Рабочий чертеж содержит все сведения для изготовления и контроля изделия:

- графические изображения, полностью отражающие его форму;
- необходимые размеры с предельными отклонениями;
- указания о шероховатости поверхностей;
- технические требования, содержащие различные данные, которые невозможно представить графически.

Правила нанесения размеров устанавливает ГОСТ 2.307—68 (СТ СЭВ 1976—79).

В процессе конструирования следует максимально использовать стандартные изделия и конструктивные элементы, ранее освоенные производством, включая их размеры, материалы, покрытия.

На рабочих чертежах пишут технические требования со ссылками на стандарты, ТУ и другие НТД.

Технологические требования записывают в тех случаях, когда они являются единственными гарантирующими качество изделия, например о совместной обработке деталей, технологии склеивания или по выбору заготовки — отливки, поковки и др.

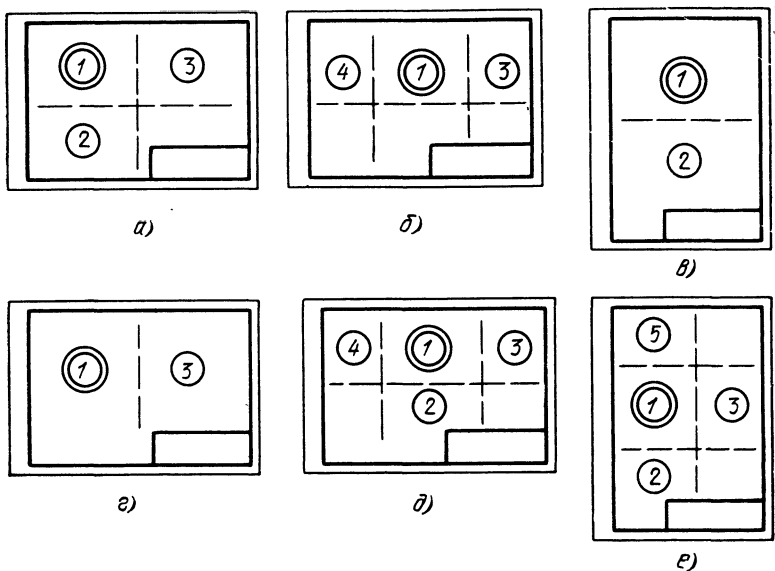


Рис. 3.1. Варианты расположения на чертеже видов:
 1 — главного; 2 — сверху; 3 — слева; 4 — справа; 5 — снизу

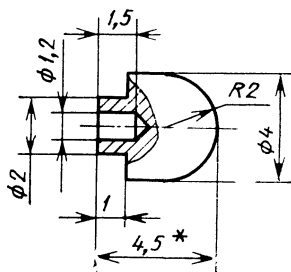


Рис. 3.2. Деталь, состоящая из тел вращения

Рабочий чертеж детали должен содержать необходимое количество изображений детали и быть основой всего технологического процесса изготовления и контроля. Так, для деталей, представленных на рис. 3.2 и 3.3, *а*, достаточно одного изображения; для детали на рис. 3.3, *б* необходимо два вида, а для раскрытия формы всех геометрических элементов детали на рис. 3.3, *в* нужны три вида. Изображаемая деталь должна быть расположена применительно к основной операции ее изготовления (см. рис. 3.2),

На чертеже детали, показанной на рис. 3.4, даны размеры с предельными отклонениями; указания о шероховатости поверхностей, покрытий, термообработке.

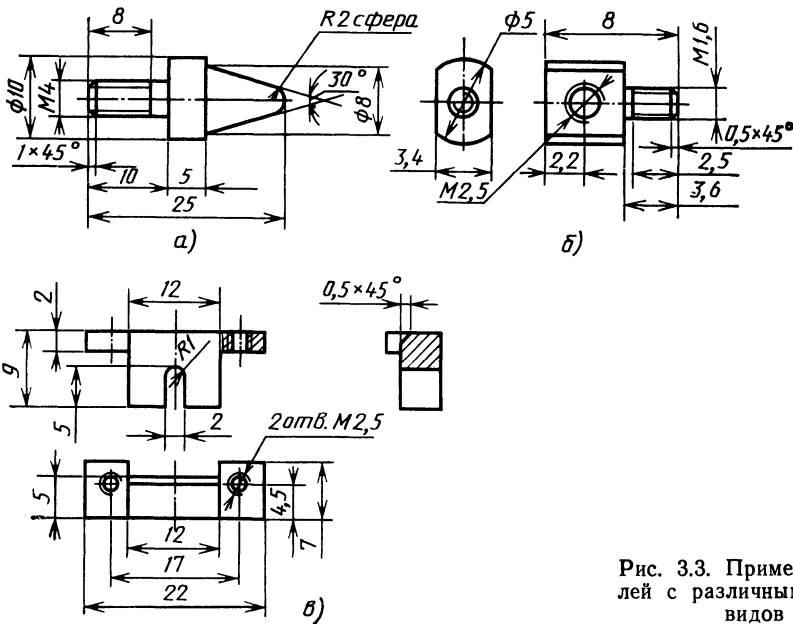


Рис. 3.3. Примеры деталей с различным числом видов

3.2. Штампованные и гнутые детали

Чертеж листовой штампованной детали с условной записью толщины материала $s_{1,2}^*$ представлен на рис. 3.4. Этот размер отмечен звездочкой (для справок), поскольку толщина материала содержится в его обозначении материала в основной надписи чертежа. Размеры поставлены от базы, в данном случае — от нижней кромки детали. Второй базой является ось симметрии контура.

При разработке чертежей необходимо уделять внимание типовым конструктивным элементам деталей — сгибам, отбортовкам, выдавленным рифтам, а также разнообразным отверстиям. Многие детали штампуют из листов цветных сплавов толщиной до 4 мм с допуском утонением не более 20%. На типовые элементы таких деталей распространяется ГОСТ 17040—80 (табл. 3.1). Пример условного обозначения отбортовки 1 типа 1 (нормальная) с диаметром отбортовки $D = 20$ мм: 1—1—20 ГОСТ 17040—80.

ГОСТ 11284—75 (СТ СЭВ 2515—80) дает рекомендации по выбору рядов сквозных отверстий при независимой обработке отверстий каждой детали соединения с расстоянием между осями наиболее удаленных отверстий менее 500 мм при условии выполнения требования собираемости (табл. 3.2).

Перемычки между отверстиями при одновременной пробивке двух и более отверстий должны быть не менее указанных (РМ 11 010.020—84):

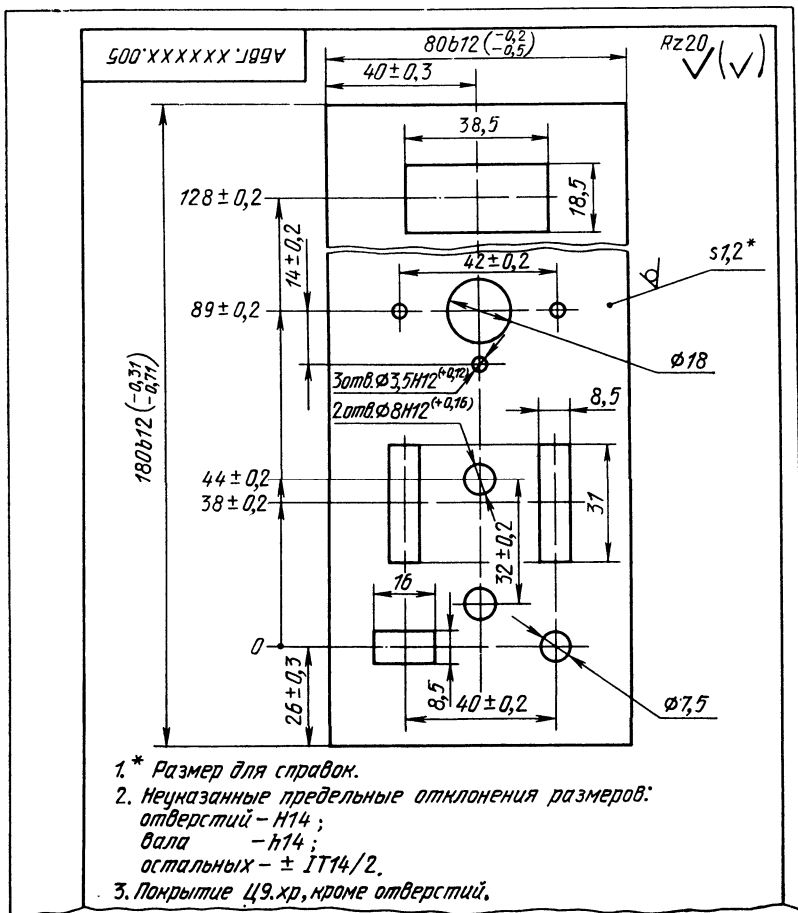


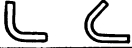
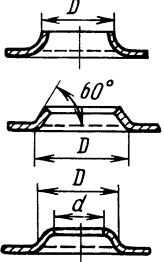
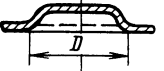
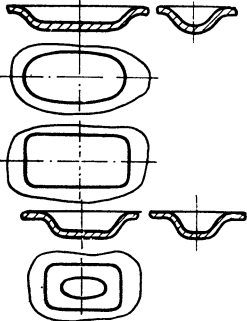
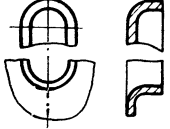
Рис. 3.4. Чертеж листовой детали «Панель»

Толщина материала, мм	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Перемычка, мм	1,6	2,3	2,7	3,7	4,9	5,8	6,7	7,5	8,5	9,3	10,0

Приведенные данные относятся к пробивке отверстий в стали с пределом прочности 500 ... 600 МПа (50 ... 60 кгс/мм²). Для материалов толщиной до 1,5 мм с пределом прочности менее 500 МПа допускается принимать значения перемычек менее указанных на 15 ... 20 %, а для материалов толщиной выше 1,5 мм — на 10 ... 15 %. Для листовых штампов при групповом раскрое перемычки должны быть увеличены в 4 ... 5 раз. Данные по размерам отверстий приведены в табл. 3.3.

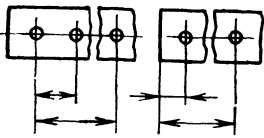
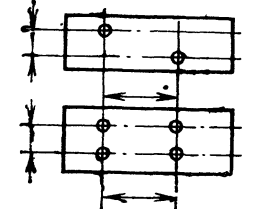
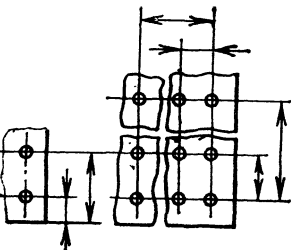
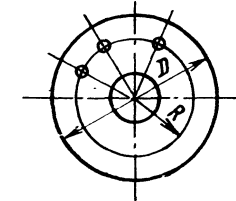
Таблица 3.1

Элементы штампуемых деталей согласно ГОСТ 17040—80

Номер элемента	Наименование	Тип элемента	Конструкция
	Сгиб		
1	Отбортовка	1 — нормальная 2 — под углом 60° 3 — тарельчатая	
2	Выдавка	Глухая отбортовка	
3	Рифт	1 — с округленной законцовкой 2 — с прямой законцовкой 3 — тарельчатая	
4	Борт	1 — выпуклый 2 — вогнутый	

Руководящий материал РМ 11 010.020—84 содержит конструкции и таблицы номинальных размеров элементов штампуемых деталей и дает рекомендации по их изготовлению, а также справочные сведения о типах и размерах разметок для крепления изделий РЭА. Примеры элементов и задание размеров показаны на рис. 3.5.

Рекомендуемые ряды сквозных отверстий

Число и расположение отверстий	Способ образования отверстий	Тип соединений	Ряд
Любое число отверстий и любое их расположение	Обработка по кондукторам	I и II	1
	Отверстия расположены в один ряд и координированы относительно оси отверстия или базовой плоскости	I II	1 2
	Отверстия (с числом до четырех) расположены в два ряда и координированы относительно их осей	I II	2 3
	Отверстия расположены в два и более рядов и координированы относительно осей отверстий или базовых плоскостей	I II	2
	Отверстия расположены по окружности	I	3

Примечания: 1. Тип соединения: I — сквозные отверстия в обеих соединяемых деталях; II — в одной детали резьбовое отверстие. 2. Ряды 1..3 (ГОСТ 11284—75) определяют диаметры сквозных отверстий для стержней диаметром от 1 до 160 мм (см. табл. 4.1). 3. 3-й ряд отверстий не допускается применять для заклепочных соединений.

Минимальные размеры отверстий в пластине толщиной s

Материал	Круглые, диаметр d , мм	Квадратные, сторона b , мм	Прямоуголь- ные и оваль- ные, ширина b , мм
	Пробиваемые на координатно-револьвер- ных прессах		
Алюминиевые сплавы (Д1АМ, Д16М)	1,2 s	1,2 s	1,1 s
Сталь Ст10, жесть белая ГЖР, алюми- ниевые сплавы (Д12Т, Д16АТ), медь М1	1,3 s	1,3 s	1,2 s
Стали Ст3, Ст20, алюминиевые сплавы (Д1АН, Д16АН), латунь ЛС59-1, Л63	1,4 s	1,4 s	1,3 s
Сталь Ст45, бронза Бр.Б2, никель НП2	1,6 s	1,5 s	Прям. 1,4 s Овал. 1,3 s
Сталь 12Х18Н9Т	2,0 s	2,0 s	Прям. 1,9 s Овал. 1,8 s
Тантал Т, титан ВТ-6	2,1 s	2,1 s	2,0 s
	Пробиваемые на инструментальных штампах		
Сталь с содержанием углерода не более 0,3%	1,2 s	1,1 s	0,9 s
Латунь, медь	0,8 s	0,7 s	0,6 s
Алюминий, цинк	0,7 s	0,6 s	0,5 s



Рис. 3.5. Элементы штампованных деталей

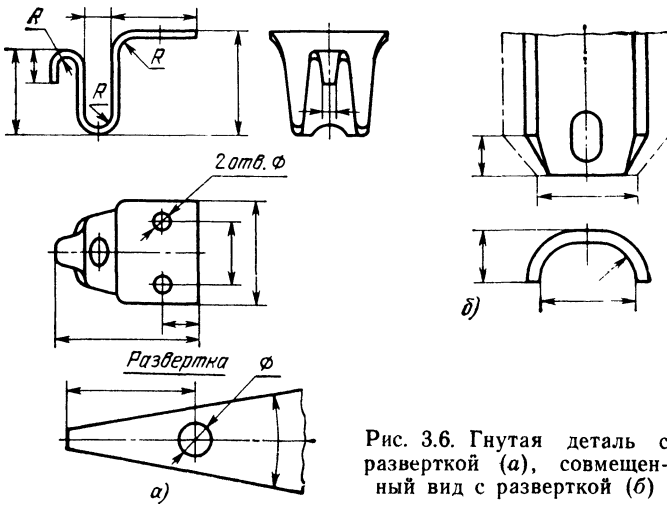


Рис. 3.6. Гнутая деталь с разверткой (а), совмещенный вид с разверткой (б)

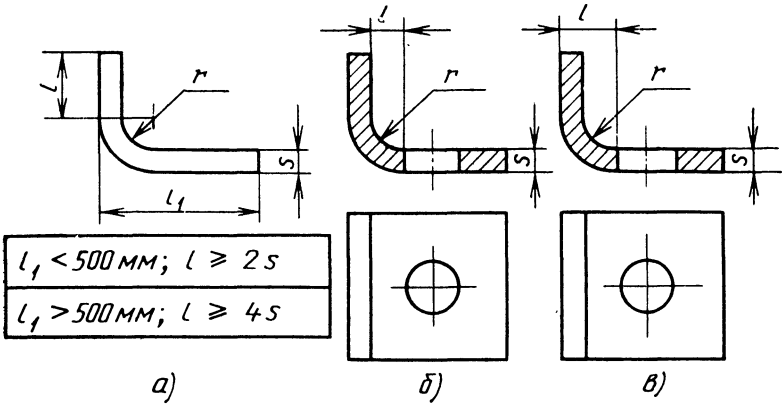


Рис. 3.7. Элементы гнутых деталей

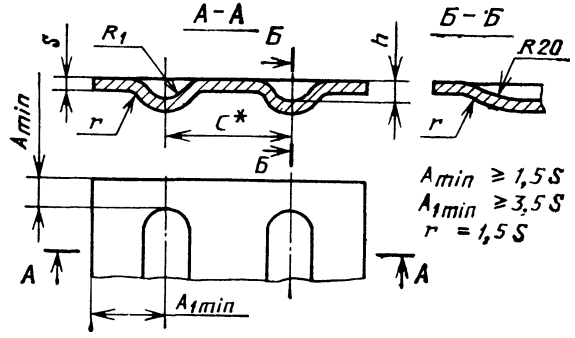


Рис. 3.8. Размеры рифтов с полукруглым сечением

На рис. 3.6, а приведен пример изображения фасонной детали, согнутой или отштампованной из листового материала. Радиусы изгиба указаны только внутренние. На чертеже дана также частичная развертка элемента детали, форма которой не ясна из основных проекций—с соответствующими размерами; обязательна надпись «Развертка». На рис. 3.6, б показано совмещение развертки с видом детали, допускаемое ГОСТ 2.305—68. Номинальные и наименьшие размеры радиусов гибки должны соответствовать ОСТ 4 010.018—81. Рекомендуется принимать относительные радиусы гибки $r/s = 1,6$ с целью упрощения расчета разверток при гибке под углом 90° (достаточно суммировать внутренние размеры деталей).

Размер прямого участка отгибаемой части детали показан на рис. 3.7, а. Размер l от согнутой полки до края отверстия, пробиваемого после гибки, должен быть не менее радиуса r гибки ($l \geq r$, рис. 3.7, б). Размер l от согнутой полки до края отверстия, выполненного на развертке детали, должен быть не менее суммы радиуса гибки и двух толщин материала ($l \geq r + 2s$, рис. 3.7, в). Другие варианты см. в РМ 010.020—84.

В ОСТ 4.010.018—81 приведен ряд предпочтительных радиусов сгиба труб и листов из черных и цветных металлов и сплавов, мм: 0,1; 0,4; 0,63; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10,0; 16,0; 25,0; 40,0; 63,0; 100,0; 160,0; 250,0; 400,0. Установлены также 2-й и 3-й ряды менее предпочтительных радиусов. Стандарт содержит определение длины разверток и ряд таблиц с марками, состоянием поставок и другие сведения (см. также РМ 010.020—84).

Для деталей с рифтами рекомендуется применять материалы, которые в состоянии поставки могут быть отнесены к категории «мягких»: медь М1, М3, латунь ЛС59-1, Л63, бронза Бр.Б2, Бр.ОФ6,5-0,15; Бр.КМц3-1, сталь 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т. Конструкцию и размеры рифтов с полукруглым сечением и рифтов тарельчатого типа устанавливает ОСТ 4 ГО.010.028 «Рифты. Конструкция и размеры», ко-

Таблица 3.4

Размеры рифтов с полукруглым сечением, мм

Номер рифта	Толщина листа s	Нормальные			Уменьшенные		
		R_1	h	c^*	R_1	h	c^*
1	До 0,5 вкл.	2	1,6	10	1,6	1,0	8
2	Свыше 0,5 до 0,8 вкл.	3	2,5	16	2,0	1,6	10
3	Свыше 0,8 до 1,0 вкл.	4	3,0	20	2,5	2,0	12
4	Свыше 1,0 до 1,5 вкл.	5	4,0	25	3,0	2,5	16
5	Свыше 1,5 до 2,0 вкл.	6	5,0	30	4,0	3,0	20
6	Свыше 2,0 до 2,5 вкл.	7	6,0	36	5,0	4,0	25

* Минимальное расстояние между осями смежных рифтов.

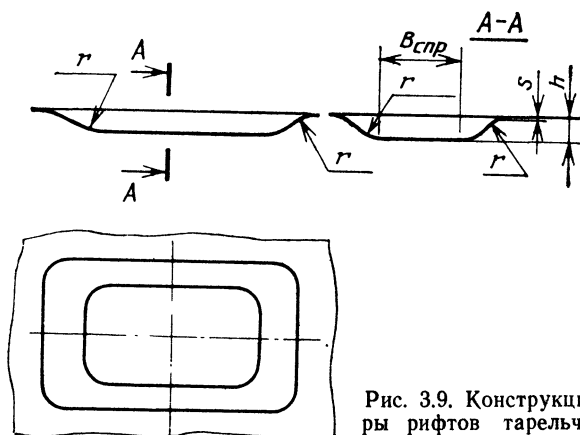


Рис. 3.9. Конструкция и размеры рифтов тарельчатого типа

Таблица 3.5

Размеры рифтов тарельчатого типа, мм*

Номер рифта	Толщина листа s	h		r		$B_{спр}$
		Номинальный	Предельные отклонения	Номинальный	Предельные отклонения	
1	От 0,3 до 0,4 вкл.	3,0		2		12
2	Свыше 0,4 до 0,8 вкл.	3,5		3		14
3	Свыше 0,8 до 1,0 вкл.	4,0	+1,0	5		16
4	Свыше 1,0 до 1,2 вкл.	5,0	-0,5	5	±1,0	20
5	Свыше 1,2 до 1,5 вкл.	6,0		5		26
6	Свыше 1,5 до 1,8 вкл.	8,0	+1,5 -0,8	6		32

* См. Извещение 4—2043 об изменении ОСТ 4 ГО. 010. 028

торый распространяется на рифты в деталях из листового материала. Размеры рифтов с полукруглым сечением должны соответствовать указанным на рис. 3.8 и в табл. 3.4.

Пример обозначения рифта с полукруглым сечением нормального, № 4: Рифт нормальный (4) ОСТ 4 ГО. 010. 028.

Конструкция и размеры рифтов тарельчатого типа 3 для алюминиевых и магниевых сплавов должны соответствовать указанным на рис. 3.9 и в табл. 3.5.

Пример обозначения рифта типа 3, № 4: Рифт 3—3—4 ГОСТ 17040—80. Длина рифта не стандартизуется.

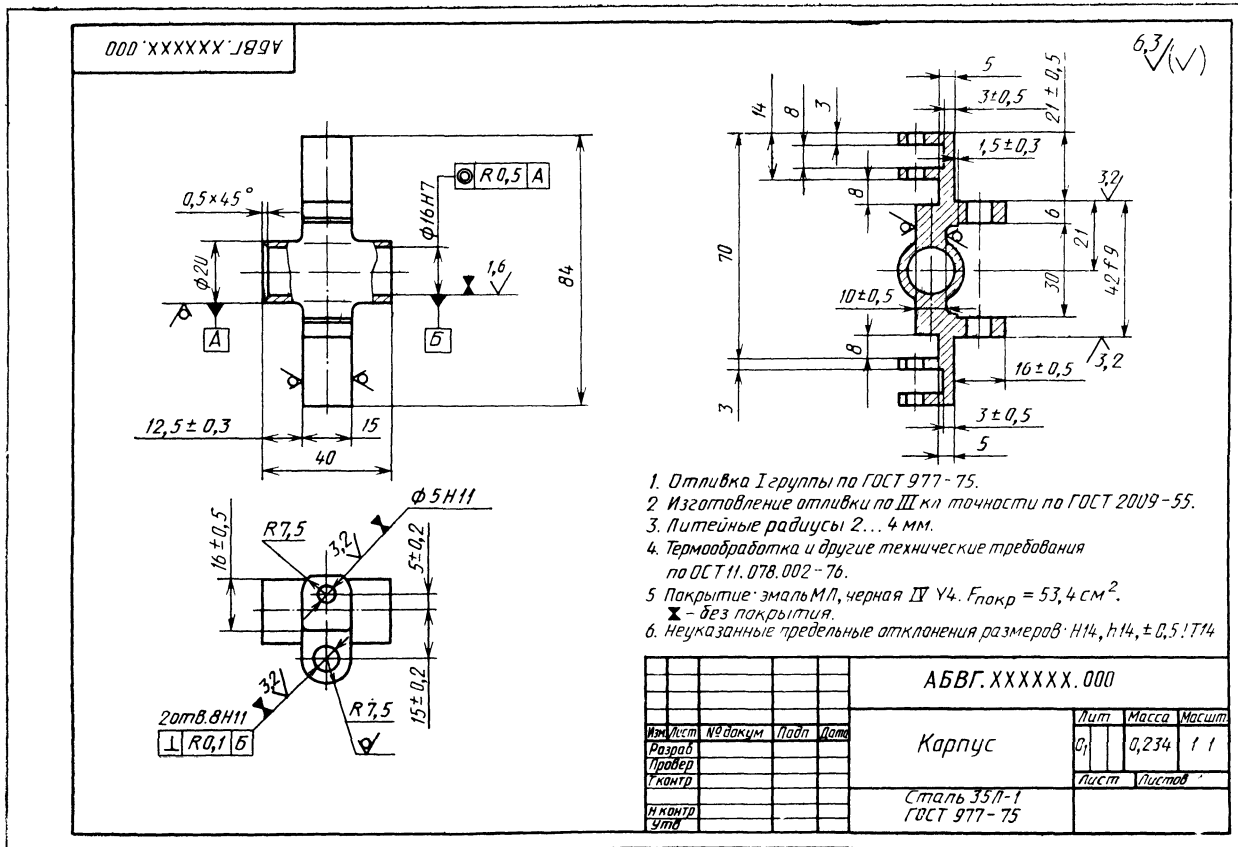


Рис. 3.10. Чертеж литой детали

3.3. Литые детали

На рис. 3.10 представлен чертеж детали, отлитой из алюминиевого сплава, оформленный по общим правилам выполнения чертежей. Не касаясь общих вопросов чугунного и другого литья, приведем специфические сведения, нужные для оформления конструкторских документов на детали, отлитые из стали и цветных сплавов.

ОСТ 11 078.002—76 распространяется на отливки из стали по ГОСТ 977—75 (СТ СЭВ 445—84, 4561—84) и ГОСТ 2176—77, изготавливаемые методом литья по выплавляемым моделям.

В зависимости от назначения и предъявляемых требований отливки подразделяются на три группы (ГОСТ 977—75):

группа I — отливки общего назначения для деталей, конфигурации и размеры которых определяются только конструктивными и технологическими соображениями;

группа II — отливки ответственного назначения для деталей, рассчитываемых на прочность и работающих при статических нагрузках;

группа III — отливки особо ответственного назначения для деталей, рассчитываемых на прочность и работающих при циклических и динамических ударных нагрузках.

В технических требованиях записывают, например: Отливка I гр. ГОСТ 977—75.

Отливки выполняют трех классов точности по ГОСТ 26645—85 для отливок из стали. Данный стандарт содержит классы точности, припуски на механическую обработку и допускаемые отклонения по массе. На чертеже указывают класс точности со ссылкой на соответствующий стандарт. Формовочные уклоны устанавливает ГОСТ 3212—80, допуски на угловые размеры по 9—10-й степеням точности — ГОСТ 8908—81 (СТ СЭВ 178—75, 513—77). Шероховатость необрабатываемых поверхностей отливок из стали должна быть не хуже $Rz = 80$ мкм, а для последующего лакокрасочного покрытия III—V классов она указана в ГОСТ 9.032—74.

Отливки из цветных сплавов, изготовленные методом литья в песчаные формы, кокиль, оболочковые формы, по выплавляемым моделям и под давлением, выполняются согласно ОСТ 11 078.005—78. Они подразделяются на две группы: I и II (приведены выше). В технических требованиях указывают: *Отливка I гр. по ОСТ 11 078.005—78.*

В зависимости от метода литья стандарт устанавливает следующие классы точности для отливок:

литье под давлением — Лт1, Лт2, Лт3;

литье в кокиль и оболочковые формы — Лт5, Лт6;

литье в песчаные формы — Лт6, Лт7.

В технических требованиях записывают, например: *Неуказанные предельные отклонения размеров — по Лт5 ОСТ 11 078.005—78.*

Стандарт содержит предельные отклонения размеров, припуски на механическую обработку, данные по шероховатости. Допуски на угло-

Классы точности литья

Способ литья	Сложность отливки	Наибольший габаритный размер детали, мм										
		До 80	Свыше 80 до 120	Свыше 120 до 180	Свыше 180 до 240	Свыше 240 до 400	Свыше 400 до 630	Свыше 630 до 1000	Свыше 1000 до 1250	Свыше 1250 до 1600	Свыше 1600 до 2000	Свыше 2000 до 2500
Под давлением	Простая	Л1, Л2	Л1, Л2, Л3	Л1, Л2, Л3	Л1, Л2, Л3	Л1, Л2, Л3	Л3	—	—	—	—	—
	Сложная	Л2	Л2, Л3	Л2, Л3	Л2, Л3	Л2, Л3, Л4	Л3, Л4	Л4	—	—	—	—
По выплавляемым моделям	Простая	Л2, Л3, Л4	Л2, Л3, Л4	Л2, Л3, Л4	Л3, Л4	Л3, Л4	Л3, Л4	Л4	—	—	—	—
	Сложная	Л3, Л4	Л3, Л4	Л3, Л4	Л4	Л4	Л4, Л5	Л5	—	—	—	—
В кокили и оболочковые формы	Простая	Л3, Л4	Л3, Л4	Л3, Л4	Л3, Л4	Л3, Л4	Л4	Л4	Л5	Л5	Л6	—
	Сложная	Л4	Л4	Л4	Л4	Л4	Л4	Л5	Л6	Л6	Л6	—
В кокили с песчаными стержнями	Простая	Л5	Л5	Л5	Л5	Л5	Л5	Л5	Л5	Л6	Л7	—
	Сложная	Л5	Л5	Л5	Л5	Л5	Л5	Л6	Л6	Л7	—	—
В песчаные формы, изготовленные на формовочных машинах с применением подмодельных плат	Простая	Л5	Л5	Л5	Л5	Л5	Л5	Л6	Л7	Л7	Л7	Л8
	Сложная	Л5	Л6	Л6	Л6	Л6	Л6	Л7	Л7	Л7	Л7	Л8
В песчаные формы, изготовляемые вручную	Простая	Л6, Л7	Л7, Л8	Л7, Л8	Л7, Л8	Л7, Л8	Л7, Л8	Л7, Л8	Л8	Л8	Л8	Л8
	Сложная	Л8	Л8	Л8	Л8	Л8	Л8	Л8	Л8	Л8	Л8	Л8

Примечание. Отливки относятся к сложным, если они выполняются в формах со сложными отъемными частями, с двумя и более плоскостями разъема (стержнями сложной конфигурации).

вые размеры по 9-й и 10-й степеням точности даны в ГОСТ 8908—81. Литейные уклоны для отливок, изготавливаемых литьем под давлением, указаны в ОСТ 11 054.142—75, для остальных отливок — в ГОСТ 3212—80.

ОСТ 4 021.203—87 устанавливает три группы отливок в зависимости от назначения и предъявляемых требований (согласно ГОСТ 977—75). Указанный стандарт устанавливает восемь степеней точности (класс I — самый точный) (табл. 3.6). В конструкторской документации записывают, например: *Предельные отклонения литейных размеров — Л6 ОСТ 4 0 21.203—87.*

При конструировании литых деталей следует назначать самые грубые классы точности, допустимые по условиям работы изделия. Литейные уклоны для отливок, изготавливаемых литьем под давлением, выполняются по ОСТ 4 091.070—79, а для остальных видов литья — по ГОСТ 3212—80.

3.4. Детали, подвергающиеся механической обработке. Шероховатость поверхности

Поскольку литая деталь, показанная на рис. 3.10, подвергается механической обработке, ее чертеж содержит необходимые для этого сведения. На рис. 3.11 представлен чертеж точеной детали. Ее изготовление и контроль выполняются по размерам. Размерную цепь обычно не замыкают [47]. ОСТ 4Г 010.219—81 «Элементы конструкций валов и отверстий» устанавливает размеры радиусов закруглений и фасок в сопряжениях валов и отверстий; форму и размеры центровых отверстий, предназначенных для установки деталей при механической обработке; размеры технологических сбегов, недорезов, проточек и фасок на резьбовых элементах деталей; форму и размеры канавок для выхода инструмента при шлифовании.

Обозначения шероховатости поверхностей нанесены согласно ГОСТ 2.309—73 (СТ СЭВ 1632—79) [32]. ГОСТ 2789—73 (СТ СЭВ 638—77) устанавливает для шероховатости поверхностей параметры, характеристики и обозначения.

На базовой длине l определяют параметры шероховатости, мкм:

R_a — среднее арифметическое отклонение профиля, например 0,1 (числовое значение параметра R_a указывают на чертеже без символа); параметр R_a предпочтителен;

R_z — высота неровностей профиля по десятиям, например $Rz25$;

R_{max} — наибольшая высота профиля.

В табл. 3.7 приведены соотношения параметров шероховатостей и базовой длины. Если параметры R_a , R_z , R_{max} определены на базовой длине в соответствии с этой таблицей, то базовые длины не указываются в требованиях к шероховатости. В табл. 3.8 приведены значения параметров шероховатости поверхности (согласно ГОСТ 2789—73), а рекомендации по выбору шероховатости содержит табл. 3.9.

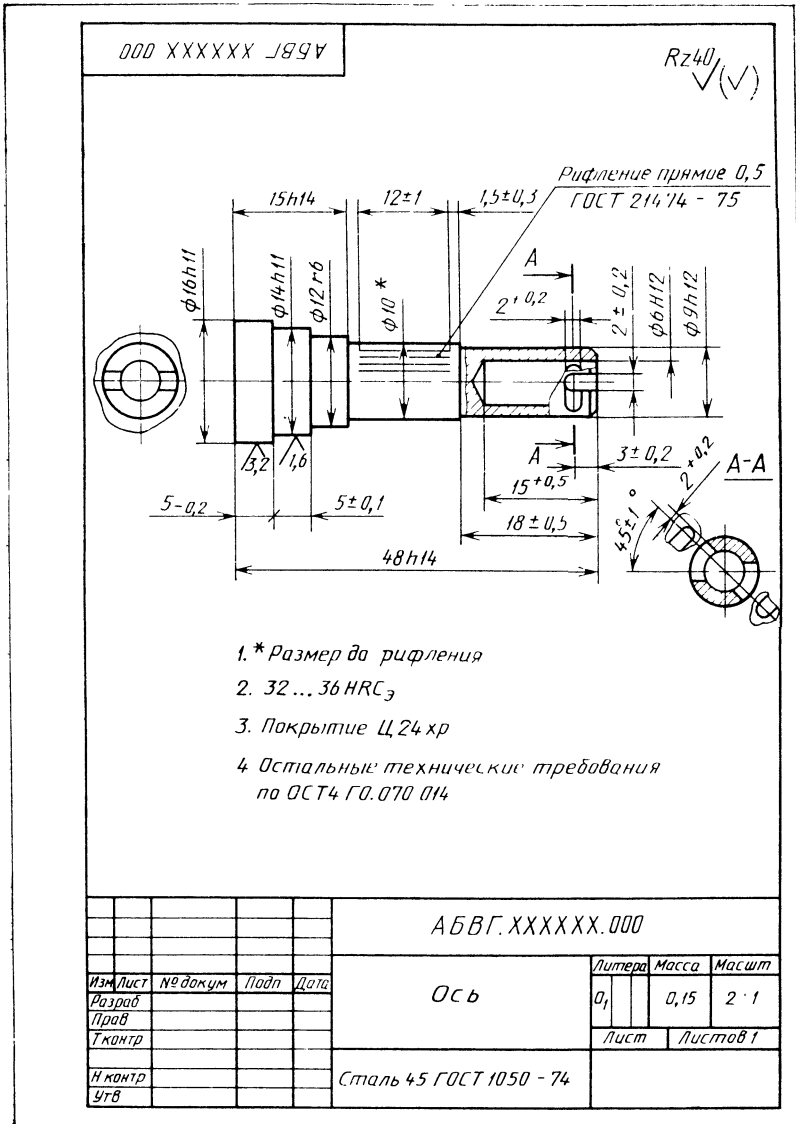


Рис. 3.11. Чертеж точеной детали

Таблица 3.7
Соотношения параметров Ra, Rz,
R_{max} и базовой длины l

Ra, мкм	Rz, R _{max} , мкм	l, мм
До 0,025	До 0,10	0,08
Свыше 0,025	Свыше 0,10	0,25
до 0,4	до 1,6	
Свыше 0,4	Свыше 1,6	0,8
до 3,2	до 12,5	
Свыше 3,2	Свыше 12,5	2,5
до 12,5	до 50	
Свыше 12,5	Свыше 50	8
до 100	до 400	

Таблица 3.8
Значения параметров шероховатости поверхности (ГОСТ 2789—73)

Ra, мкм	Rz, мкм	Пример записи
80; 63; 50* ; 40	320; 250; 200; 160	Rz 250 ✓
40; 32; 25; 20	160; 125; 100; 80	Rz 125 ✓
20; 16,0; 12,5; 10,0	80; 63; 50; 40	Rz 80 ✓
10,0; 8,0; 6,3; 5,0	40; 32; 25; 20	Rz 32 ✓
5,0; 4,0; 3,2; 2,5	20; 16; 12,5; 10,0	Rz 16 ✓
2,5; 2,0; 1,6; 1,25	10,0; 8,0; 6,3	2,0 ✓
1,25; 1,00; 0,80 ; 0,63	6,3; 5,0; 4,0; 3,2	0,80 ✓
0,63; 0,50; 0,40 ; 0,32	3,2; 2,5; 2,0; 1,60	0,32 ✓
0,32; 0,25; 0,20 ; 0,160	1,60; 1,25; 1,00; 0,80	0,20 ✓
0,160; 0,125; 0,100 ; 0,080	0,80; 0,63; 0,50; 0,40	0,080 ✓
0,080; 0,063; 0,050 ; 0,040	0,40; 0,32; 0,25; 0,20	0,050 ✓
0,040; 0,032; 0,025 ; 0,020	0,200; 0,160; 0,125; 0,100	0,25 ✓
0,020; 0,016; 0,012 ; 0,010	0,100; 0,080; 0,063; 0,050	Rz 0,050 ✓
0,010; 0,008	0,050; 0,040; 0,032; 0,025	Rz 0,025 ✓

* Выделены предпочтительные значения.

Рекомендации по выбору шероховатости поверхности

Шероховатость	Рекомендации по применению
Rz320 Rz160	Очень грубые поверхности, не подвергающиеся механической обработке, поверхности отливок повышенного и высокого качества, получаемых литьем в землю
Rz80 Rz40	Грубые, не соприкасающиеся друг с другом поверхности Поверхности деталей, не соприкасающиеся с другими поверхностями и не используемые в качестве технологических баз
Rz20	Поверхности деталей, прилегающие к поверхностям других деталей, не трущиеся и не подвергающиеся износу
Ra2,5	Прилегающие друг к другу, но не трущиеся поверхности высокого качества. Свободные поверхности тонкостенных внутренних деталей приборов. Базовые поверхности, предназначенные для установки деталей, допуски расположения которых находятся в пределах квалитетов H8, H9, h9 включительно
Ra1,25	Трущиеся поверхности, к которым не предъявляются высокие требования в отношении износоупругости и стабильности сохранения зазора или взаимного расположения. Базовые поверхности, предназначенные для установки деталей, допуски расположения которых находятся в пределах допусков квалитетов H8, u8, h7 и точнее. Декоративные поверхности хорошего качества
Ra0,63	Соприкасающиеся поверхности, достаточно хорошо противостоящие износу, поверхности деталей с повышенными требованиями к прочности и антикоррозионной стойкости (если для предохранения от коррозии не подвергаются защитным покрытиям)
Ra0,32	Трущиеся поверхности, хорошо противостоящие износу. Поверхности деталей с повышенными требованиями к точности и коррозионной стойкости. Декоративные поверхности особо высокого качества.
Ra0,16	Трущиеся поверхности и поверхности качения особо ответственных деталей. Поверхности, для обеспечения контроля которых необходима притираемость:
Ra0,08	Поверхности качения высокой точности, например рабочие поверхности подшипников, фрикционных механизмов и т. п.
Ra0,04	Поверхности качения высшей точности, например рабочие поверхности особо ответственных подшипников
Rz0,1 Rz0,05	Измерительные поверхности точных приборов. Опорные поверхности фрикционных устройств приборов высшей точности

В дополнение ГОСТ 2789—73 и ГОСТ 2.309—73 выпущен ОСТ 11 010.018—84 «Шероховатость поверхностей. Параметры». Числовые значения параметров даются в зависимости от качества в мкм. Для номинальных диаметров менее 1 мм: при квалитете 0,1 — Rz 0,1; при квалитетах 0 и 1—0,04; при 2 — 0,08; при 3,4,5,6 — 0,1; при 7 — 0,32; при 8—0,63; при 9—1,25; при 10,11, 12 — 2,5; при 13—5,0 (0,04 и т.д. — значения параметра Ra). Числовые значения параметров Ra и Rz при номинальных размерах от 1 до 500 мм даны в табл. 3.10. ОСТ 11 010.018—84 содержит значения параметров также для размеров,

Т а б л и ц а 3.10
Значения параметров шероховатости Ra и Rz, мкм (символ Ra при числовых значениях не указан)

Квалитет	От 1 до 3		Свыше 3 до 6		Свыше 6 до 10		Свыше 10 до 18	Свыше 18 до 30	Свыше 30 до 50	Свыше 50 до 80	Свыше 80 до 120	Свыше 120 до 180	Свыше 180 до 250	Свыше 250 до 315	Свыше 315 до 400	Свыше 400 до 500
	Вал	Отверстие	Вал	Отверстие	Вал	Отверстие										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
01	Rz0,1	—	Rz0,1	—	Rz0,1	—	0,04	0,04	0,04	0,04	0,08	0,08	0,16	0,16	0,32	0,32
0	0,04	—	0,04	—	0,04	—	0,04	0,08	0,08	0,08	0,08	0,16	0,32	0,32	0,32	0,32
1	0,04	—	0,08	—	0,08	—	0,08	0,08	0,08	0,16	0,16	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
2	0,08	—	0,08	—	0,08	0,16	0,16	0,16	0,16	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,63
3	0,16	—	0,16	—	0,16	0,32	0,32	0,32	0,32	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
4	0,16 ¹	0,32	0,16 ¹	0,32	0,16 ¹	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,63	0,63	0,63	1,25	1,25	1,25
	0,32 ²		0,32 ²		0,32 ²											
5	0,16 ¹	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,63	0,63	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
	0,32 ²		0,32 ²													
6	0,32	—	0,32	—	0,63	—	0,63	0,63	0,63	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	2,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7	0,32	0,63	0,63	0,63	0,63	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
8	0,63	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
9	1,25	1,25	1,25	1,25	2,5	2,5	2,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	10
10	2,5	2,5	2,5	2,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	10	10	10	10	10	10
11	2,5	2,5	2,5	2,5	5,0	5,0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	20
12	5,0	5,0	5,0	5,0	10	10	10	10	10	10	20	20	20	20	20	20
13	5,0	5,0	5,0	5,0	10	10	10	10	10	10	20	20	20	20	20	20
14	10	10	10	10	20	20	20	20	20	20	Rz160	Rz160	Rz160	Rz160	Rz160	Rz160
15	20	20	20	20	Rz160	Rz160	Rz160	Rz160	Rz160	Rz160	Rz160	Rz160	Rz160	Rz160	Rz320	Rz320
16	20	20	Rz160	Rz160	Rz160	Rz160	Rz160	Rz160	Rz160	Rz160	Rz320	Rz320	Rz400	Rz400	Rz400	Rz500
17	Rz160	Rz160	Rz160	Rz160	Rz160	Rz160	Rz320	Rz320	Rz400	Rz400	Rz500	Rz500	Rz630	Rz630	Rz630	Rz800

Примечания: 1. Применять при повышенных требованиях или при частой смене деталей. 2. Предпочтительное применение.




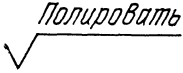
**Значения параметров шероховатости для элементов деталей
(символ Ra при числовых значениях не указан)**

Элементы деталей	Значения, мкм
Крепежные детали с диаметром стержня от 1 до 48 мм, изготавливаемые по государственному стандарту (болты, гайки, заклепки):	
опорные поверхности	20
боковые поверхности	10
Поверхности головок винтов	20; 10; 5
Цилиндрические поверхности крепежных деталей:	
нормальной прочности	10; 5
повышенной прочности	5; 2,5
Отверстия под штифты цилиндрические диаметром:	
2...3 мм	1,25; 0,63
4 мм и выше	2,5; 1,25; 0,63
Отверстия под штифты конические	2,5; 1,25; 0,63
Сопрягаемые поверхности цилиндра и штока с резиновыми уплотнительными кольцами круглого сечения (ГОСТ 9833—73):	
для подвижных соединений	0,16
для неподвижных соединений	1,25
для торцевых соединений	2,5
Кромки деталей под сварные швы	Rz320; Rz160
Поверхности под пайку и сварку	20; 10
Прецизионные шкалы с оптическим отсчетом	0,08; 0,04
Радиусы не ответственные	10; 5
Радиусы, являющиеся зоной концентрации напряжений	2,5; 1,25
Торцевые поверхности	
валов	Rz320; Rz160; 20; 10
пружин сжатия	20; 10
пружин сжатия с повышенными требованиями к шероховатости опорной плоскости	10; 5; 2,5; 1,25
Закрытые свободные поверхности, невидимые при наружном осмотре	Rz320; Rz160; 20
Упорные поверхности фланцев	10; 5; 2,5
Выточки и проточки	20; 10
Прходные отверстия под болты, винты, заклепки и т. п.	20; 10
Нерабочие поверхности валов и осей	10; 5
Несопрягаемые механически обработанные поверхности деталей, расположенных внутри механизмов	20; 10
Поверхности органов управления (рукоятки, ободы маховиков, штурвалы, стержни, кнопки и т. п.)	1,25; 0,63; 0,32
Поверхности указателей, планки с надписями, табличками и другие поверхности, требующие отделки (с указанием полирования или покрытия)	1,25; 0,63; 0,32
Метрическая резьба на крепежных винтах, болтах и гайках в зависимости от поля допуска:	
4h, 4H, 5H	1,25
6q, 6H	2,5
8q, 7H	10; 5

Элементы деталей	Значения, мкм
Метрическая резьба на валах, штоках, втулках, специальных гайках в зависимости от поля допуска: 4h, 4H, 5H 6g, 6H 7H	2,5; 1,25 2,5 5
Резьбы: трубная, дюймовая, упорная, трапецеидальная	20; 10; 2,5; 1,25

Таблица 3.12

Обозначение шероховатости поверхностей

Обозначение	Обработка поверхности
	По данному чертежу не обрабатываются
	Неустанавливаемая конструктором
	Определена конкретно, например точение или фрезерование
	Указанный вид является единственным

больших 500 мм. Стандарт дает числовые значения параметров шероховатости Ra и Rz для элементов деталей (приведены в табл. 3.11).

Примеры обозначения шероховатости поверхностей приведены в табл. 3.12.

Значения параметров шероховатости Ra и Rz деталей из пластмасс установлены стандартом в зависимости от вида обработки (табл. 3.13).

Штамповка (вырубка) дает помимо Ra20 и Ra10 мкм оптимальное значение Rz160 мкм.

Гальванические покрытия деталей изменяют значения параметров шероховатости, в ОСТ 11 010.018—84 приведены эти изменения.

Таблица 3.13

Значения параметра шероховатости Ra, мкм, для изделий из пластмасс

Вид обработки	20	10	5,0	2,5	1,25	0,63
Штамповка (вырубка)	×	×				
Фрезерование		+	+	×		
Сверление		+	×			
Точение пластмасс: сплошных волокнистых		+	×	+	×	
Полирование				×	+	×
Шлифование				+	×	×
	1,25	0,63	0,32	0,16	0,08	0,04
Прессование	×	+	×	×	×	×
Литье		×	×	+	×	×

Примечание. Знаком «X» отмечены значения, которые могут быть получены, знаком «+» — оптимальные значения, которые с экономической точки зрения наиболее целесообразны.

Для алюминия и алюминиевых сплавов:

при оксидном покрытии и анодировании нет изменений параметров;

при твердом анодном покрытии увеличение в 2 раза.

Для стали, меди и медных сплавов:

при оксидировании латуни увеличение параметров в 2 раза;

при лужении (припои ГОР, ПОС и др.) и покрытия оловянно-свинцовом с оплавлением нет изменения;

при меднении — уменьшение в 1,5-2 раза;

при никелировании глянцево уменьшение в 8 раз, полуглянцевом — в 2 раза, матовом — нет изменения;

при хромировании блестящем уменьшение в 8 раз, полублестящем — в 4 раза, матовом по медному подслою — нет изменения, а без медного подслоя (по стали) — увеличение в 2 раза;

при серебрении блестящем уменьшение в 8 раз, матовом — в 2 раза;

при цинковании увеличение в 2 раза, а при цинковании с хроматированием нет изменения.

Для стали при покрытиях:

кадмиевом или фосфатном увеличение параметров в 2 раза; оксидном или воронении нет изменения.

3.5. Пластмассовые детали и армированные изделия

Чертеж **пластмассовой детали**, полученной прессованием, показан на рис. 3.12. Указания по конструированию изделий из пластмасс, применяемых в РЭА, дает ОСТ 4 ГО.010.035 (не распространяется на иные изделия — зубчатые колеса, муфты и т.д.).

Стенки изделий делают по возможности равной толщины с технологическими уклонами (табл. 3.14). Уклоны могут не назначаться для: плоских монолитных изделий толщиной до 6 мм;

тонкостенных изделий высотой до 15 мм;

наружных поверхностей полых изделий высотой до 30 мм.

На чертеже технологические уклон и конусность задаются линейными или угловыми размерами, или конусностью 1:п.

Оптимальная толщина стенок изделий из пластмасс:

термореактивных 1 ... 4 мм, при малых габаритах 0,5 мм;

термопластичных 0,8 ... 4 мм, при малых габаритах 0,4 мм;

волокнистых 0,8 ... 8 мм, при малых габаритах 0,2 мм.

Необходимо назначать радиусы закруглений, избегать выступов и впадин, вызывающих усложнение пресс-формы. Оптимальный радиус внутреннего закругления для изделий из термореактивных пластмасс 1,0 мм, для термопластичных 0,6 мм; радиус наружного закругления 1,0 и 1,0 ... 1,6 мм соответственно. Для изделий коробчатой формы радиус внутреннего закругления равен толщине стенки, радиус наружного закругления — двум толщинам стенки. Если сопрягаются стенки разной толщины, радиус внутреннего закругления равен полусумме толщин стенок; для получения радиуса наружного закругления к этой величине прибавляют большую толщину стенки. В изделии назначают наименьшее количество радиусов закруглений.

Для увеличения прочности деталей применяются ребра жесткости. Их оптимальная толщина от 0,6 до 0,8 толщины сопрягаемой стенки. Они должны находиться на расстоянии от 0,5 до 1 мм от опорной поверхности или от края изделия. Стенки с местными утолщениями допускаются при наличии отверстий, резьбы, для увеличения прочности при работе в абразивной среде, при конструировании армированных изделий и т. п. Для укрепления торцов на них делают сплошные буртики высотой от 0,8 до 1,0 толщины стенки. Отверстия предпочтительны цилиндрические. В отверстиях, предназначенных для сопряжения изделий по посадке, оптимальным является уклон 1° на сторону, мини-

мален уклон $10'$ на сторону. При нескольких отверстиях назначают уклоны: от 4 до 6 отверстий $1^\circ 30'$; свыше 6 до 8 отверстий $1^\circ 45'$; свыше 8 до 10 отверстий 2° . При необходимости применяют овальные отверстия, как и для изделий из металла.

На рис. 3.13 показаны отверстия диаметром d и связанные с ними характерные размеры, содержащиеся в табл. 3.15: минимальная перемычка между отверстиями b , расстояние b_1 от края изделия до отверстия, отношение h/d максимально допустимой глубины отверстия к его диаметру (для отверстий, расположенных по краям изделия); отношение H/d максимально допустимой глубины отверстия к его диаметру (для отверстий, расположенных посередине изделия); минимально допустимая толщина s для глухого отверстия.

Резьба в изделиях из пластмасс может быть получена: механической обработкой, непосредственно в процессе прессования или литья под давлением или запрессовыванием резьбовой арматуры. Во всех случаях, кроме последнего, за наименьший диаметр резьбы следует принимать, мм:

- 3,0 — для порошковых образных термореактивных пластмасс;
- 4,0 — для волокнистых пластмасс;
- 2,0 — для термопластичных пластмасс.

Шаг резьбы выбирается по ГОСТ 11709—81 (СТ СЭВ 1158—78). Начало резьбы ограничивается цилиндрической поверхностью высотой 0,5 ... 1,0 мм; конец резьбы (у продолжения детали) — цилиндрической поверхностью высотой: при шаге резьбы 0,5; 0,75; 1,0 мм от 1 до 2 шагов; при шаге 1,25 мм — 1,1 ... 2,2 мм; при шаге 1,5 мм — 1,25 ... 2,5 мм; при шаге 2 мм — 1,5 ... 3 мм. В сквозных резьбовых отверстиях с одной стороны на глубину от 1 до 1,5 шага делают фаску под углом 45° или расточку с диаметром на 0,5 мм большим наружного диаметра резьбы.

При рифлении выбирают радиус R его профиля в зависимости от радиуса изделия R_1 : при R_1 от 3 до 10 мм $R = 0,3$ мм; при R_1 свыше 10 до 25 мм $R = 0,5$ или 0,8 мм; при R_1 свыше 25 до 50 мм $R = 1,6$; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 мм; при радиусе R_1 свыше 50 до 75 мм $R = 5,0$ или 6,0 мм.

Чертеж армированного изделия (держателя светодиодов) представлен на рис. 3.14. Точно так же оформляются чертежи изделий, весьма распространенных, где пластмассовая деталь содержит металлическую арматуру, на которую выполняются отдельные чертежи. При изготовлении арматуры с антикоррозионным покрытием материал покрытия выбирают с учетом свойств контактируемой пластмассы по ОСТ 4 ГО. 014.000.

Для обеспечения надежного соединения арматуры с пластмассой в конструкции арматуры должны быть предусмотрены:

для цилиндрической арматуры — кольцевые канавки, буртики, продольные пазы, прямое или сетчатое рифление, лыски, граненая поверхность запрессовываемой части (квадрат, шестигранник);

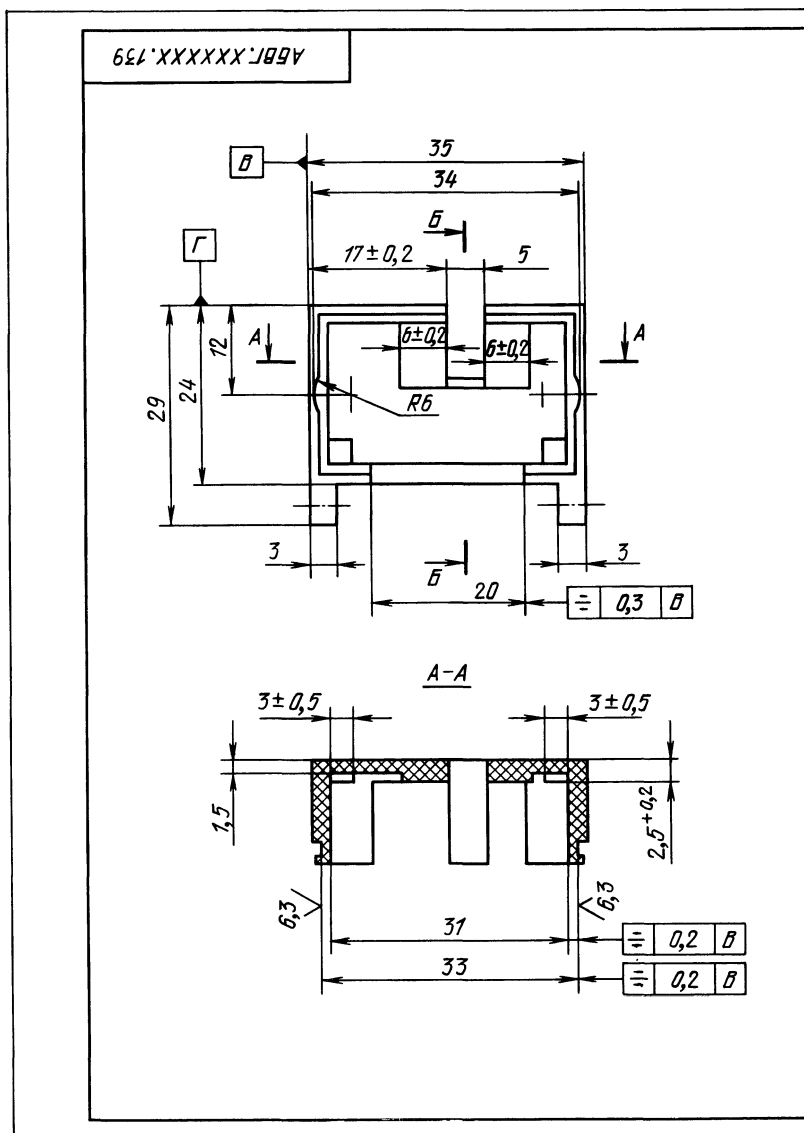
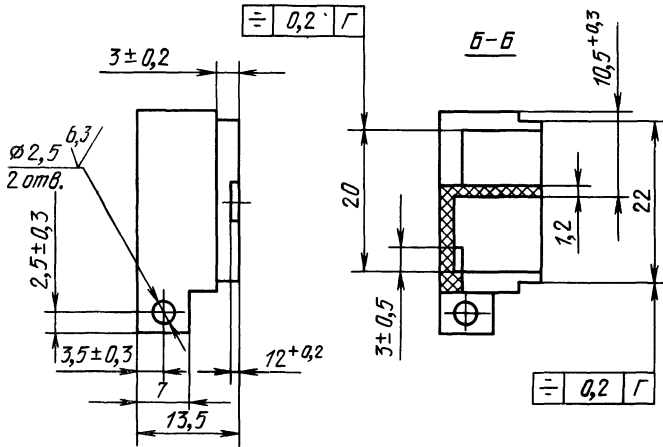


Рис. 3.12. Чертеж пластмассовой детали

для проволочной арматуры — расплющивание середины или конца, изгиб, высадка буртиков;

для плоской арматуры — отверстия различной формы, боковые вырезы с отгибкой, точеная и пружинная высадка, разворот, пуклевка.

1,25/ (M)



1. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий — H14; валов — h14.
2. Литейные радиусы 0,5 мм max.
3. Литейные уклоны до 1°.
4. Остальные технические требования по ОСТ 4 ГО.005.051.

				АБВГ.ХХХХХХ.139			
№ Лист	№ дочм.	Подп.	Дата	Корпус	Лит.	Масса	Масшт.
Разраб.					0,0	0,0042	2:1
Пров.					Лист		Листов 1
Т.контр.					Полистирол УПМ-03Л, черный, ОСТ 6-05-406-80		
И.контр.							
Чтв.							

Минимальную толщину слоя пластмассы вокруг арматуры следует выбирать в соответствии с табл. 3.16.

ГОСТ 10948—64 (СТ СЭВ 2814—80) «Радиусы закруглений и фаски. Размеры» устанавливает размеры радиусов и фасок для деталей, изго-

Значения технологических уклонов для изделий из пластмасс

Наименование или марка пластмассы	Поверхность изделий			
	толстостенных		тонкостенных	
	внутренняя	наружная	внутренняя	наружная
Фенопласты, КМК-218, К-78-51	1 : 500	1 : 600	1 : 300	1 : 400
Аминопласты	1 : 400	1 : 500	1 : 200	1 : 300
АГ-4, ДСВ, КФ-9, КФ-10, сополимеры полистирола СНП, МСН	1 : 300	1 : 400	1 : 100	1 : 200
КМС-9	1 : 200	1 : 300	—	—
Полистирол, полиамиды, этрол, поликарбонат	1 : 100	1 : 300	1 : 100	1 : 200
Полиэтилен, полипропилен	—	—	1 : 50	1 : 100

товляемых из металла и пластмасс (не распространяется на гнутые детали). Первый, предпочтительный ряд размеров, мм: 0,1; 0,16; 0,25; 0,40; 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0; 10; 16; 25; 40; 63 (допускается 60); 100; 160; 250. Второй ряд содержит размеры, мм: 0,12; 0,2; 0,3; 0,5; 0,8; 1,2; 2,0; 3,0; 5,0; 8,0; 12; 20; 32; 50; 80; 125; 200.

3.6. Автоматизация выполнения чертежей деталей

Автоматизированное выполнение чертежей деталей может быть обеспечено графическими подсистемами (АКД) на базе библиотек моделей их ГИ. Такие системы эффективно используются при наличии: графических устройств интерактивного взаимодействия с ЭВМ (алфавитно-цифровой, графический дисплей и др.), обеспечивающих оперативность отображения результатов конструирования; моделей ГИ, содержащихся в библиотеке; средств для получения полного рабочего чертежа (вычерчивание рамки чертежа, основной надписи, указание шероховатости поверхностей и др.). Примером такой системы может служить система автоматизированного проектирования узлов и деталей на основе библиотек параметрических моделей изображения [46]. Адаптация систем к конкретным условиям применения, например к эксплуатируемой или создаваемой системе АКД, требует пополнения или разработки

Таблица 3.15

Характерные размеры для отверстий, мм (к рис. 3.13)

d	b	b ₁	h/d	H/d	s
До 2,5 вкл.	0,5...0,7	1,0	2,0	3,0	1,00
Свыше 3 до 4 вкл.	0,8...1,0	1,25	2,3	3,5	1,00
Свыше 4 до 5 вкл.	0,8...1,0	1,50	2,5	3,8	1,25
Свыше 5 до 6 вкл.	1,0...1,2	1,75	2,8	4,2	1,50
Свыше 6 до 8 вкл.	1,0...1,2	2,00	3,0	4,7	1,50
Свыше 8 до 10 вкл.	1,2...1,5	2,25	3,4	5,1	2,00
Свыше 10 до 12 вкл.	1,5...1,8	2,75	3,8	5,5	2,50
Свыше 12 до 14 вкл.	2,0...2,2	3,25	4,2	6,0	2,50
Свыше 14 до 18 вкл.	2,2...2,5	3,75	4,6	6,5	3,00
Свыше 18	2,5...3,0	4,50	5,0	7,0	3,00

библиотеки моделей ГИ, являющейся составной частью информационной базы системы АКД. Для этих целей может быть использован программный способ формирования моделей параметрически заданных геометрических изображений.

Исходной информацией для разработки программы описания многовариантного чертежа детали является его **обобщенный чертеж для программирования** (чертеж ПР), содержащий все практически возможные, в том числе необязательные, конструктивные элементы вариантов (исполнений). Параметрами служат координаты опорных точек изображений и размеры детали, первоначально полученные из расчетов. Они могут принимать различные, в том числе нулевые, значения, в результате чего может быть получено множество вариантов чертежей деталей.

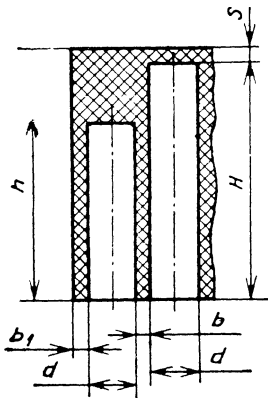


Рис. 3.13. Отверстия в пластмассовой детали

Таблица 3.16
Толщина слоя пластмассы, мм,
вокруг арматуры

Диаметр арматуры, мм	Для материалов с усадкой, %		
	0,1... 0,3	0,3... 0,6	0,6... 1,0
До 3 включительно	0,5	1,5	1,5
Свыше 3 до 6	1,0	2,5	2,5
Свыше 6 до 10	1,5	3,5	3,5
Свыше 10 до 20	2,0	5,0	6,0
Свыше 20	3,0	6,0	8,0

Пример обобщенного чертежа ПР фланца приведен на рис. 3.15. Элементы основы детали, присутствующие во всех исполнениях чертежей детали, определяются ненулевыми параметрами D , H_1 , H_2 , D_1 , причем $D_1 < D$, $H_2 \leq H_1$. Варианты исполнений чертежей фланца различаются конкретными значениями размеров и наличием следующих необязательных конструктивных элементов:

цилиндрического отверстия диаметра D_3 при $D_3 \neq 0$, $D_3 < D_1$;

отверстий диаметра D_4 при $D_4 < (D - D_1)/2$, расположенных по окружности центров диаметра $D_2 = (D_1 + D)/2$, $D_4 \neq 0$;

выступа, определяемого размерами R , $B = 2R$ с отверстием диаметра $D_5 < 2R$ (центры отверстия на расстоянии $H > D/2$ от оси OX) при $R \neq 0$.

Параметрами подпрограмм, составляющих библиотеку моделей ГИ типовых деталей, являются имя модели чертежа детали, размеры, определяющие геометрию детали (при равенстве нулю размеров, характеризующих необязательные элементы, соответствующие им конструктивные элементы отсутствуют) и максимальные и минимальные расстояния от опорной точки чертежа детали до габаритного контура изображения.

Для облегчения программного описания разрабатывается алгоритм формирования ГИ детали. Графическая иллюстрация алгоритма (развернутый чертеж ПР) представлена на рис. 3.16.

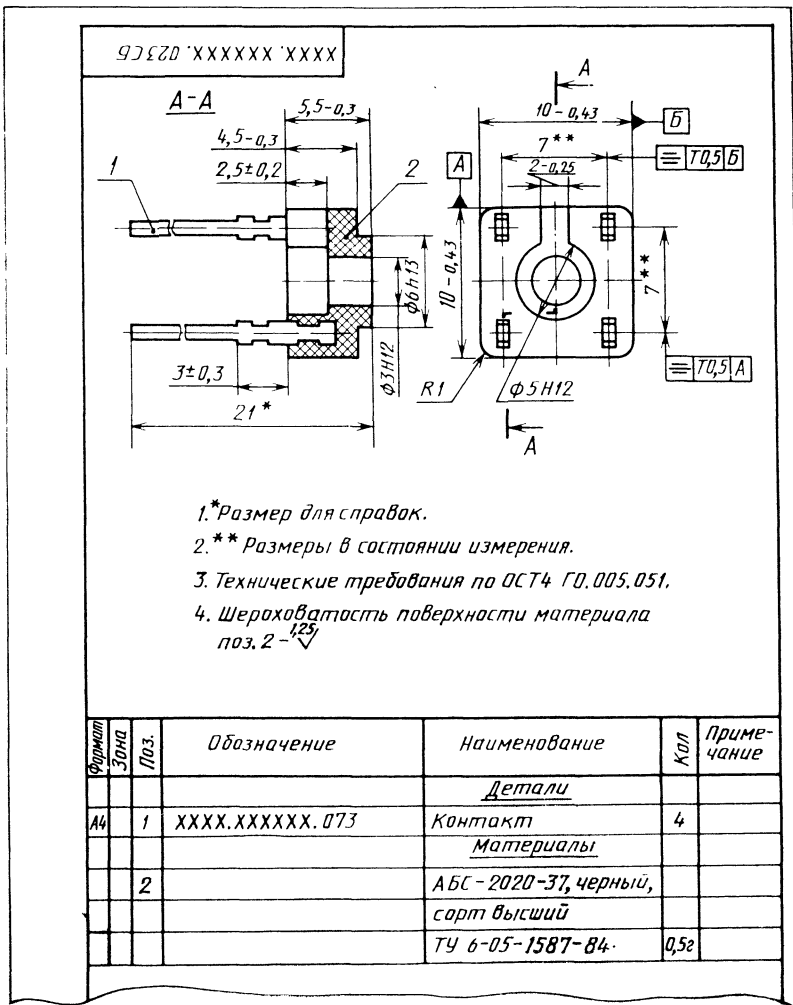
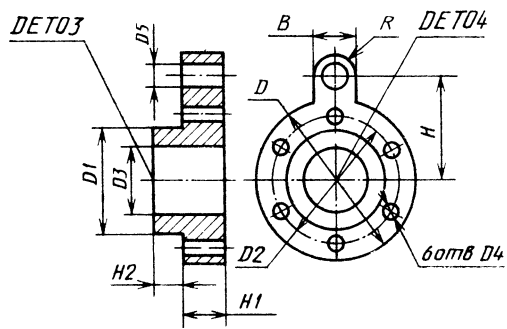


Рис. 3.14. Чертеж армированного изделия

Порядок программного описания типовой детали фланца следую щий:

1. Определить геометрические комплексы (ГК), содержащие моде ли геометрических изображений: фронтальной проекции детали (IGF), профильной проекции (IGP), ГК размеров на фронтальной и профиль ной проекциях (IRF, IRP).

"ДЕТО"



Вар. 0	Размеры осна- бы детали				Размеры необязатель- ных элементов							
Обозначение размера	D	D1	H1	H2	D2	D3	D4	D5	B	H	R	
Данные для отладки	90	30	12	8	60	20	8	6	16	55	8	

Необходимо выполнение условий:

- $D1 < D$; $H2 \leq H1$; $D3 < D1$ при $D3 \neq 0$;
- $D4 < (D - D1)/2$;
- $D2 = (D1 + D)/2$ при $D4 \neq 0$;
- $D5 < 2R$; $H > D/2$ при $R \neq 0$.

				АБВГ.ХХХХХХ ...				
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Фланец	Литера	Масса	Масшт
Разраб								
Проб								
Т контр						Лист	Листов	
И контр								
Утв								

Рис. 3.15. Обобщенный чертеж ПР детали

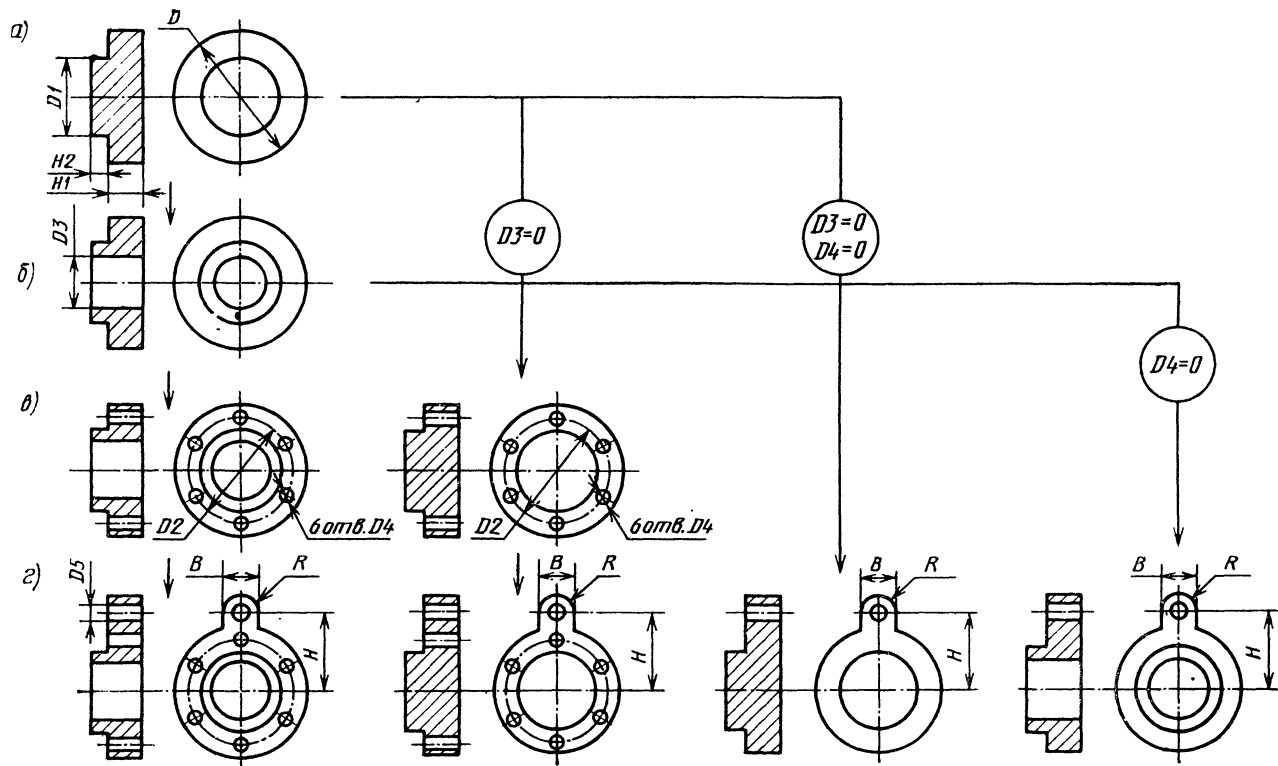


Рис. 3.16. Графическая иллюстрация алгоритма программы формирования типовых деталей

```

SUBROUTINE DET#3(IGRF,D,H1,D4,D1,H2,B,H,D3,D5)
C ::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::
C ПОДПРОГРАММА ФОРМИРУЕТ ФРОНТАЛЬНУЮ ПРОЕКЦИЮ КРЫШКИ
C IGRF - ВЫХОДНОЙ ПАРАМЕТР МГИ ФРОНТАЛЬНОЙ
C ПРОЕКЦИИ
C D,H1,...,D5 - РАЗМЕРЫ ДЕТАЛИ (ВХОДНЫЕ ПАРА-
C МЕТРЫ
C ::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::
R=D/2.
R1=D1/2.
R4=D4/2.
S2=SQRT(2.)/2.
S3=SQRT(3.)/2.
C ::::::::::: ПРОВЕРКА ВЫПОЛНЕНИЯ УСЛОВИЙ ::::::::::::::
C IF(D1.GE.D.OR.H2.GT.H1.OR.D3.GE.D1)GOTO 4#
C ::::::::::: ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС(ГК) IGF СОДЕРЖИТ МОДЕЛЬ ГЕОМЕТРИ-
C ЧЕСКОГО
C ИЗОБРАЖЕНИЯ(МГИ) ФРОНТАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ ДЕТАЛИ
C IGF=INODEH( )
C ГК IRF СОДЕРЖИТ МГИ РАЗМЕРОВ НА ФРОНТАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ ДЕТАЛИ
C IRF=INODEH( )
C :::::::::::
C IP1=IPNTXY(0.,R)
C IP2=IPNTXY(-H1,R)
C IP3=IPNTXY(-H1,R1)
C IP4=IPNTXY(-H1-H2,R1)
C IP5=IPNTXY(-H1-H2,-R1)
C IP6=IPNTXY(-H1,-R1)
C IP7=IPNTXY(-H1,-R)
C IP8=IPNTXY(0.,-R)
C IG1=IPLNPP(IP1,IP2,IP3,IP4,IP5,IP6,IP7,IP8,IP1)
C ОСЕВАЯ ЛИНИЯ
C CALL SETSTL(4)
C IOS1=ILINXY(3.,0.,-H1-H2-3.)
C CALL SETSTL(1)
C CALL FNDADD(IGF,IG1)
C РАЗМЕРЫ D1,H2,H1
C IRD1=IRAZML(IP5,IP4,180.,20.,D1,'#')
C IRH2=IRAZML(IP5,IP7,-90.,R-R1+15.,H2,"2#42)
C IRH1=IRAZML(IP7,IP8,-90.,15.,H1)
C CALL FNDADD(IRF,INODE(IRD1,IRH2,IRH1))
C :::: ПРОВЕРКА НАЛИЧИЯ ОТВЕРСТИЯ ДИАМЕТРА D4 ::::::::::::::
C IF(D3.LE.0.)GOTO 1#
C IF(D3.GE.D1)GOTO 4#
C R3=D3/2.
C ФРОНТАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ
C ФОРМИРОВАНИЕ ОТВЕРСТИЯ
C IH1=IHOLEX(0.,0.,-H1-H2,D3)
C CALL FNDADD(IGF,IH1)
C
C РАЗМЕР D3
C I3=IPNTXY(-H1-H2,-R3)
C I4=IPNTXY(-H1-H2,R3)
C IRD3=IRAZML(I3,I4,180.,10.,D3,'#')
C CALL FNDADD(IRF,IRD3)
1# CONTINUE

```

a)

Рис. 3.17. Подпрограмма формирования ГИ фронтальной проекции фланца

```

C ::::: ПРОВЕРКА НАЛИЧИЯ ОТВЕРСТИЙ ДИАМЕТРА D4 :::::::::::::::
      IF(D4.LE.0.)GOTO 200
      IF(D4.GE.(D-D1)/2.)GOTO 400
      R4=D4/2.
      D2=(D+D1)/2.
      R2=D2/2.
C      ФРОНТАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ
      IH2=IHOLEX(0.,R2,-H1,D4)
      IH3=IHOLEX(0.,-R2,-H1,D4)
      CALL FNDADD(IGF,INODE(IH2,IH3))
200    CONTINUE
C ::::: ПРОВЕРКА НАЛИЧИЯ ПРИЛИВА :::::::::::::::
      IF(B.EQ.0.OR.H.LE.R)GOTO 300
      IF(D5.GE.B)GOTO 400
C      ФОРМИРОВАНИЕ ПРИЛИВА
      RR=B/2.
      R5=D5/2.
      IG4=IPLNXY(0.,R,0.,H+RR,-H1,H+RR,-H1,R,0.,R)
      IGF=ILGCL1(IGF,IG4,'100100')
C      ОТВЕРСТИЕ ДИАМЕТРА D5
      IH5=IHOLEX(0.,H,-H1,D5)
      CALL FNDADD(IGF,IH5)
C      РАЗМЕР D5
      I9=IPNTXY(-H1,H-R5)
      I10=IPNTXY(-H1,H+R5)
      IRD5=IRAZML(I9,I10,180.,10.,D5,, 'a')
      CALL FNDADD(IRF,IRD5)
300    CONTINUE
C      ШТРИХОВКА ОБЛАСТИ РАЗРЕЗА
      CALL FNDADD(IGF,ISHTRN(IGF,3.,45.))
      CALL FNDADD(IGF,IOS1)
C
      IGRF=INODE(IGF,IRF)
      GO TO 500
400    IGRF=INODEN()
      TYPE *, 'ОШИБКА В ДАННЫХ'
500    RETURN
      END

```

б)

Рис. 3.17, б (продолжение подпрограммы)

2. Сформировать фронтальную и профильную проекции основы детали (рис. 3.16, а):

а) описать контур IG1 — область штриховки на фронтальной проекции — и включить в ГК IGF;

б) сформировать осевую линию фронтальной проекции;

в) сформировать размеры D1, H1, H2 и включить их в ГК IRF;

г) описать окружности на профильной проекции и включить их в ГК IGP;

д) сформировать осевые линии профильной проекции.

3. Проверить наличие необязательного конструктивного элемента детали — отверстия D3 (рис. 3.16,б). Если $D3 = 0$, то перейти к п.4. Если $D3 \neq 0$, то сформировать отверстие D3 на фронтальной и профильной проекциях, размер D3 и включить эти элементы в ГК IGF, IGP, IRF соответственно.

4. Проверить наличие шести отверстий диаметра D4 (рис. 3.16,в). Если $D4 = 0$, то перейти к п.5. Если $D4 \neq 0$, то сформировать отверстие D4 на фронтальной проекции и включить его в ГК IGF. На профильной проекции сформировать шесть окружностей D4, окружность центров D2 и размеры D4 и D2. Включить эти элементы соответственно в ГК IGP и IRP.

5. Проверить наличие конструктивного элемента «ушко» (рис. 3.16, з). Если $B = 0$, то перейти к п.6. Если $B \neq 0$ то сформировать изображение «ушка» с отверстием D5, размер D5 на фронтальной проекции и включить эти элементы чертежа в ГК IGF и IRF; на профильной проекции - изображение прилива, размеры B, R и H и включить в ГК IGP, IRP соответственно. Описать вертикальную линию по профильной проекции.

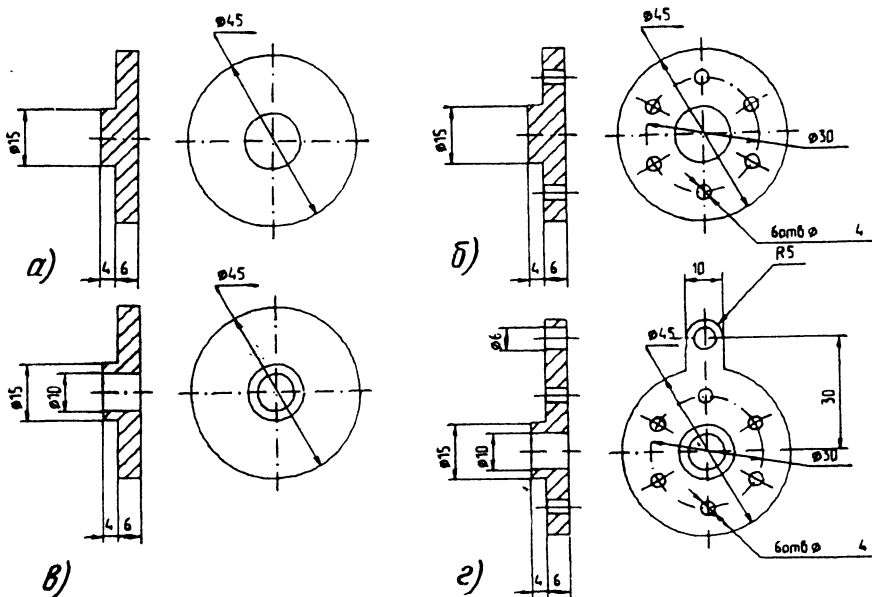


Рис. 3.18. Машинные изображения вариантов деталей

6. Заштриховать область разреза, включить комплекс линий штриховки в ГК IGF. Включить в ГК IGF и IRF осевые линии. Объединить ГК IGF и IRF в комплекс IGRF, а IGP и IRP — в IGRP.

7. Передвинуть IGRP относительно IGRF.

8. Вычислить XMAX, YMAX, XMIN, YMIN — максимальные и минимальные расстояния по осям OX и OY от опорной точки чертежа детали до габаритного контура изображения.

9. Объединить IGRF и IGRP в ГК IGG, который является выходным параметром подпрограммы.

Пример подпрограммы формирования изображения фронтальной проекции детали, представленной на рис. 3.15, приведен на рис. 3.17 (разработана и реализована Е. Ю. Корниловой). Программное описание изображения выполнено с использованием графического пакета ЭПИГРАФ (приложение 1).

Примеры машинных чертежей представлены на рис. 3.18, а — г.

Таким образом, используя подпрограмму формирования чертежа типовой детали, задавая различные значения параметров, можно получать множество вариантов чертежей деталей, отличающихся по форме и размерам.

Библиотека подпрограмм формирования моделей предназначена для автоматизированного получения детализированных чертежей и выполняется по мере стандартизации и унификации большинства деталей в конструкциях РЭА.

Глава 4.

Сборочные чертежи. Групповые и базовые конструкторские документы

4.1. Сборочные чертежи и спецификации. Разъемные соединения

Сборочный чертеж, отражающий взаимное расположение и связи составных частей сборочной единицы, обеспечивает ее сборку и контроль. Чертеж помимо основной надписи содержит:

необходимое количество изображений; допускается показывать тонкими линиями примыкающие изделия («обстановку»);

габаритные размеры;

установочные, присоединительные размеры, а также размеры, характеризующие изделие;

размеры, необходимые для контроля;

надписи на шкалах, а также надписи, поясняющие изображения, например «Крышка поз ... не показана».

ГОСТ 2.109—73 (СТ СЭВ 858—78) дает ряд конкретных указаний и примеров упрощений изображений на чертеже.

Спецификация содержит перечень всех составных частей, входящих в данное специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и к его неспецифицируемым составным частям. Форму и порядок заполнения спецификации устанавливает ГОСТ 2.108—68 (СТ СЭВ 2516—80) [32].

ОСТ 4.000.030—85 «Конструкторская документация. Выполнение спецификаций» дополняет стандарты ЕСКД (ГОСТ 2.105—79, 2.108—68, 2.113—75, 2.004—79, 2.109—73 и др.).

Спецификацию выполняют одним из способов: рукописным, машинописным или машинным. При машинописном и машинном выполнении допускается печатать спецификацию на формах без горизонтальных линий строк через два интервала. Расстояние между заголовком раздела и последующим текстом должно быть: при рукописном способе — одна строка; при машинописном или машинном — два интервала. Расстояние между заголовком раздела и предыдущим текстом должно быть: при рукописном способе — не менее двух строк; при машинописном или машинном — не менее четырех интервалов. Наименования разделов следует подчеркивать.

В случае записи текста в графе «Наименование» в несколько строк допускается графу «Кол.» заполнять на уровне последней строки, а в графе «Примечание» текст вписывать в несколько строк на уровне первой строки. В случае, если запись, обозначающая основные параметры или размеры, не умещается на одной строке графы «Наименование», допускается переносить ее на последующие строки в любом месте записи и без разделительного знака (рис. 4.1, а). В случае, если запись обозначения материала имеет вид: Круг $\frac{50-B}{\sqrt{8A}}$ ГОСТ 2590—71, то при выполнении спецификации на формах с горизонтальными линиями строк допускается производить запись в две строки (рис. 4.1, б). Если длина записи превышает размер строки, например: Профиль $\frac{ПВ 1515}{AMг6.M}$ ГОСТ 13738—80, то горизонтальную черту в обозначении допускается заменять наклонной, а наименование материала выносить в отдельную строку (рис. 4.1, в).

В графе «Примечание» следует указывать дополнительные сведения, относящиеся к документам и составным частям, записанным в спецификации. При недостатке места в графе допускается записывать в ней указание «См. примеч.» с порядковым номером примечания. Текст примечания в этом случае помещают в конце спецификации под соответствующим номером (рис. 4.1, г).

В случаях, когда документ выполнен на одном листе дополнительного формата или на нескольких листах различных форматов, или пос-

ле снятия копий склеивается из нескольких частей формата, в графе «Формат» ставят звездочку (*), в графе «Примечание» — звездочку и перечисляют все форматы документа в порядке возрастания их обозначений (рис. 4.1, *д*).

В случае использования деталей, применяемых в изделии одновременно без доработки и с доработкой в качестве заготовок, графу «Кол.» следует заполнять отдельно для деталей и для заготовок, а под итоговой чертой указывать общее количество деталей (рис. 4.1, *е*).

В основной надписи рукописной спецификации обозначение изделия записывают шрифтом 7; наименование изделия — шрифтом 5, а при машинописном или машинном способе основную надпись выполняют прописными буквами.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Трубка Ш ТВ-40-230-		
				4 × 0,6 ГОСТ 19034 - 73	7м	
<i>а)</i>						
				Круг 50-В ГОСТ 2590-71		
				У8А ГОСТ 1435 - 74		
<i>б)</i>						
				Профиль		
				ПВ 1515 ГОСТ 13738-80/АМг		
				6.М ГОСТ 8617 - 81		
<i>в)</i>						
			XXXX.XXXXXX.XXXИЭ	Инструкция по эксплуатации		См примеч 1
			XXXX.XXXXXX.XXX	Стайка		См
				XXXX XXXXXX.XXX ТУ	6	примеч 2
			Примечания: 1. Размножать по особому указанию			
			2. Стайка заказывается без ЗИП			
<i>г)</i>						

Рис. 4.1. Примеры записи в спецификации документов, чертежей деталей, материалов

*		XXXX XXXXXX.XXXMЭ	Электромонтажный чертеж		*A1, A4
*		XXXX.XXXXXX.XXXЭЗ	Схема электрическая принципиальная		*A2×3
*		XXXX XXXXXX.XXXM4	Монтажный чертеж		*A1×3 A1-34.

в)

A3	2	XXXX.XXXXXX.043	Шина	3	
A3	-	XXXX.XXXXXX.043	Шина (заготовка для XXXX.XXXXXX.056 XXXX.XXXXXX.060)	5	
				8	

е)

4	7	XXXX.XXXXXX.015	Упор		
			Круг 20-В ГОСТ 2590-71 У8А ГОСТ 1435-74		
			L=12H14 Шерох Rz80 мкм	1	0,22 кг
			Материал-заменитель		
			Круг 20-В-4 ГОСТ 7417-75		
			A12-В-Н ГОСТ 1414-75		

ж)

A3	44	XXXX.XXXXXX.XXX-03	Пламбировочная чашка		
			2-3-08-кп-0215		
			ГОСТ 18678-73	2	

з)

			Комплект эксплуатационных документов		
A4		XXXX XXXXXX.XXXXXT0	Техническое описание	1	Книга
A4		XXXX XXXXXX.XXXXXИЭ	Инструкция по эксплуатации	1	Книга

и)

			Программные изделия		
A4		XXXX.XXXXXX-01	Изделие М-025		
			Программное обеспечение	1	
A4		XXXX.XXXXXX-0112	Изделие РТ-101		
			Программное обеспечение		
			Текст программы	1	

к)

Рис. 4.1

Если для изготовления детали, не имеющей чертежа, предусматривается использование материала-заменителя, то его следует записывать в графе «Наименование» после основного материала под названием «Материал-заменитель» (рис. 4.1, ж). Запись материала-заменителя в разделе «Материалы» следует делать аналогично.

В разделе «Стандартные изделия» запись групп составных частей следует производить в порядке: электроизделия; подшипники; крепежные изделия; прочие изделия. В каждой группе расположение составных частей должно быть в последовательности по стандартам: государственным, республиканским, отраслевым. Графу «Обозначение» заполняют, когда стандартные изделия идут за обозначением конструкторского документа, приведенного в стандарте; графа «Формат» не заполняется. В случае выпуска чертежа для изготовления стандартного изделия заполняют графу «Формат» (рис. 4.1, з). Стандартные изделия записывают в алфавитном порядке наименования, по возрастанию основных параметров или размеров изделия. В разделе «Прочие изделия» порядок записи аналогичен записи стандартных изделий.

При записи группы изделий, применяемых по одному и тому же документу, допускается записывать их под заголовком общего наименования и обозначения документа.

При наличии нескольких эксплуатационных документов их записывают под заголовком «Комплект эксплуатационных документов» (рис. 4.1, и).

Программные изделия и программы (комплексы и компоненты) записывают в конце раздела «Комплекты» в порядке возрастания их обозначений. В графе «Наименование» под заголовком «Программные изделия» следует писать: для комплекса — полное наименование программного изделия; для компонента — полное наименование программы, наименование и вид документа (рис. 4.1, к).

В спецификации, выполненной машинным способом (см. § 4.3), знак двустороннего расположения допусков (\pm) можно печатать с последовательным расположением знаков (например: $+10\%$ или $+50-20\%$), а цифру нуль — перечеркивать. Составные части, подбираемые при регулировании, записывают отдельной строкой для каждого позиционного обозначения и не указывают их суммарное количество. При автоматизированном проектировании (САПР) допускается не записывать изделия в порядке возрастания основных параметров или размеров в разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы»: Если сборочный чертеж не разбит на зоны, то в спецификации можно увеличить графу «Формат» за счет графы «Зона».

Особенности оформления спецификаций групповым и базовым способами изложены в § 4.2, а спецификаций изделий с электромонтажом — в гл. 6.

Сборочный чертеж со спецификацией показан на рис. 4.2. Армированные, сварные и другие изделия оформляются как сборочные чертежи (см. гл. 3 и гл.5).

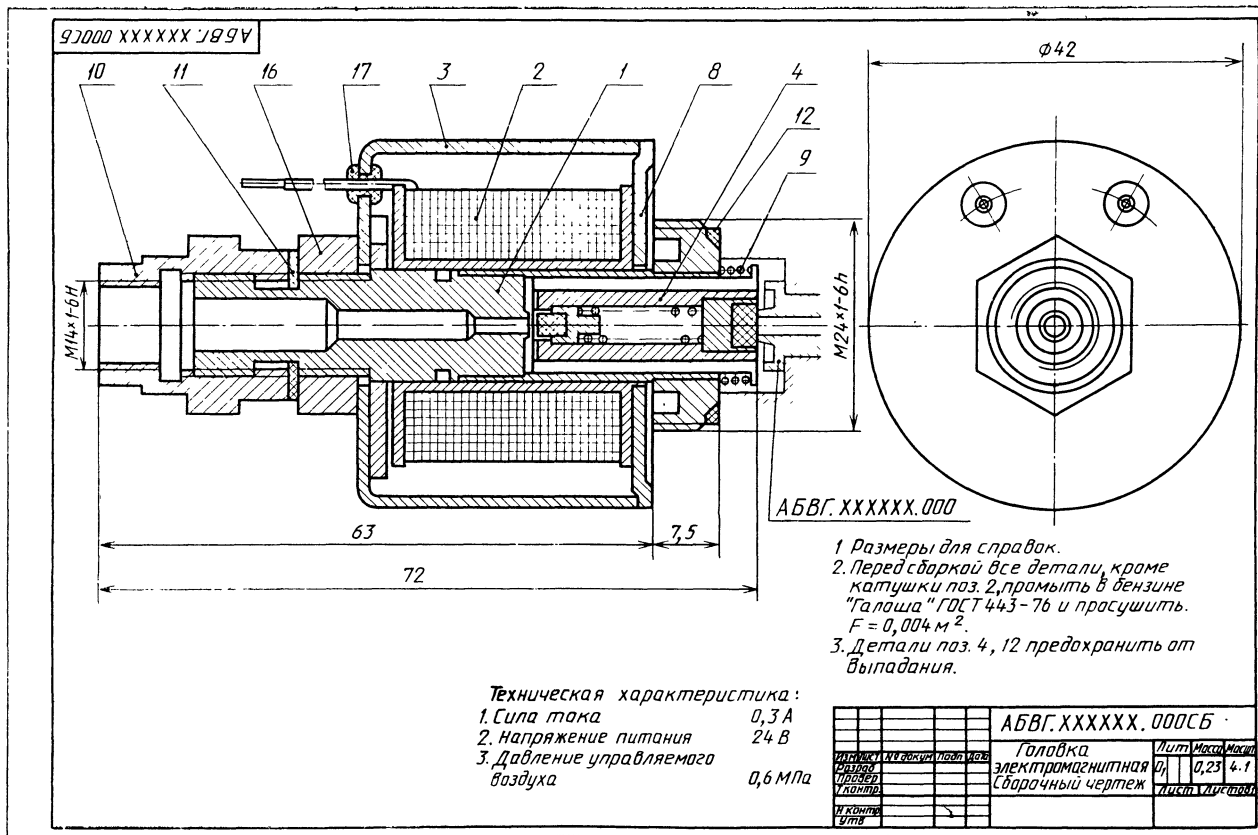


Рис. 4.2, а. Сборочный чертеж электромагнитной головки

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
А3			АБВГ.ХХХХХХ.000СБ	Сборочный чертёж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
А3	1		АБВГ.ХХХХХХ.000	Корпус	1	
А3	2		АБВГ.ХХХХХХ.000	Катушка	1	
А3	3		АБВГ.ХХХХХХ.000	Кожух	1	
	4		АБВГ.ХХХХХХ.000	Сердечник	1	
				<u>Детали</u>		
А4	8		АБВГ.ХХХХХХ.000	Шайба	1	
А4	9		АБВГ.ХХХХХХ.000	Пружина	1	
А4	10		АБВГ.ХХХХХХ.000	Переходник	1	
А4	11		АБВГ.ХХХХХХ.000	Прокладка	1	
А4	12		АБВГ.ХХХХХХ.000	Прокладка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
	16			Гайка М12.5 ГОСТ 5916-70	1	
	17			Втулка 5*5 ОСТ 1178.007		
				- 81	2	
АБВГ.ХХХХХХ.000						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.					Лит.	Лист
Пров.					01	1
И.контр.						
Утв.						
					Головки электромагнитная	

Рис. 4.2, б. Спецификация

В сборочных единицах применяются разъемные и неразъемные соединения [43]. Сведения о неразъемных соединениях приведены в § 5.6.

В ГОСТ 11284—75 «Отверстия сквозные под крепежные детали. Размеры» и в ОСТ 4.010.013—78 установлены размеры сквозных отверстий с диаметрами стержней от 1,0 до 160 мм, применяемые для соединения деталей с зазорами (табл.4.1).

Таблица 4.1

Диаметры сквозных отверстий и опорных поверхностей под крепежные детали (примеры), мм

Диаметры стержней крепежных деталей, мм (ГОСТ 11284—75)	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	3,5	4,5	5,0	6,0
Диаметры сквозных отверстий:												
1-й ряд	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	2,2	2,7	3,2	3,7	4,8	5,3	6,4
2-й ряд	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,4	2,9	3,4	3,9	5,0	5,5	6,6
3-й ряд	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,6	3,1	3,5	4,2	5,3	5,8	7,0
(за исключением заклепок)												
Диаметры стержней крепежных деталей, мм (ОСТ 4.010.013—78)*	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0
Диаметры сквозных отверстий:												
1-й ряд	1,2	1,4	1,6	1,7	2,2	2,7	3,2	4,3	5,3	6,4	8,4	10,5
2-й ряд	1,3	1,5	1,7	1,8	2,4	2,9	3,4	4,5	5,5	6,6	9,0	11,0
3-й ряд	—	—	—	2,0	2,6	3,1	3,6	4,8	5,8	7,0	10,0	12,0
(за исключением соединений с заклепками и пружинными шайбами)												
Диаметры опорных поверхностей под болты с шестигранной головкой, гайки, шайбы	—	—	—	5,0	6,0	7,0	8,0	10	12	14	20	24
Диаметры бобышек под те же крепежные детали	—	—	—	8,0	8,0	10	10	14	16	18	24	28

* Стандарт также содержит таблицы размеров опорных поверхностей под винты, шурупы и заклепки с потайной головкой.

Резьбовые соединения, применяемые в РЭА, должны быть предохранены от самоотвинчивания с использованием механических средств (ОСТ 4 ГО.019.200):

устанавливающих жесткую связь элементов резьбового соединения с деталями конструкции (кернение в шлиц, стопорные шайбы, обвязка проволокой);

устанавливающих жесткую связь между элементами резьбового соединения (кернение с торца, боковое кернение, стопорная многолапчатая шайба, шплинт);

создающих в резьбовом соединении упругую компенсацию ослабления предварительной «затяжки», выполняемой при сборке (пружинные шайбы);

создающих в резьбовом соединении дополнительное трение (самоконтрящиеся гайки, контргайки, установочные винты);

с герметизацией, с краской. Стандарт содержит таблицу с 30 видами стопорения и рекомендациями по выбору. В конструкторской документации эти данные записывают, например, так: *Стопорение поз ... — вид 21 ОСТ 4 ГО.019.200.*

4.2. Групповые и базовые конструкторские документы

Согласно ГОСТ 2.113—75 (СТ СЭВ 1179—78) **групповым** называется конструкторский документ, содержащий постоянные и переменные данные исполнений двух и более изделий. Групповой документ — чертеж детали (рис. 4.3), сборочный чертеж (рис. 4.4), спецификацию (рис. 4.5, 4.6), схему (рис. 10.3) составляют на группу изделий, мало отличающихся друг от друга по форме. На рис. 4.3 показаны варианты втулки. Размеры и другие данные, общие для всех вариантов, нанесены на чертеже. Переменные данные сведены в таблицу. Одно из исполнений принимают за основное, чертят и обозначают по обычным правилам ЕСКД. К обозначениям других исполнений добавляют порядковые номера: — 01;—02; ... В случае надобности делают добавочные неполные чертежи применительно лишь к особенностям других исполнений («Рис. 2» на рис. 4.3). Ссылки на рис. 1 и 2 дают в таблице группового чертежа. Номер позиции (например, 1 на рис. 4.4) не меняется при различных исполнениях соответствующей детали. Групповую спецификацию (рис. 4.5) составляют согласно ГОСТ 2.108—68. Она содержит как основное исполнение (например, поз. 1 АБВГ. ХХХХХХ.000. Стержень), так и переменные данные для исполнения (например, поз. 1 АБВГ. ХХХХХХ.000—01. Стержень). Возможно составление групповой спецификации также по весьма наглядной форме ГОСТ 2.113—75. На рис. 4.6 дан пример (два листа) такой спецификации.

Базовый конструкторский документ содержит постоянные данные исполнений двух и более изделий. Базовые документы применяют при большом количестве исполнений, на которые целесообразно составлять отдельные чертежи. Например, разработка базового сборочного чертежа и чертежей исполнения на микросхемы, которые помещают в типовой корпус.

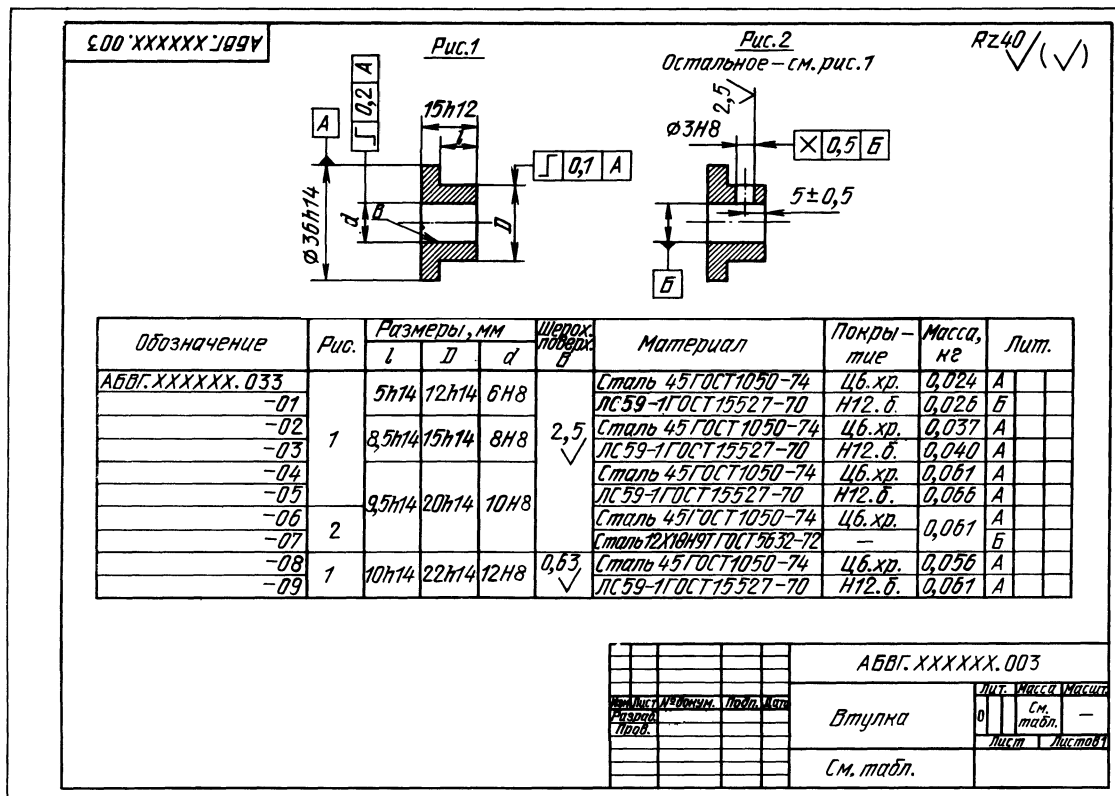


Рис. 4.3. Групповой чертеж деталей с различными параметрами и формами

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
				<u>Документация</u>				
A3			АБВГ.ХХХХХХ.000СБ	Сборочный чертёж				
				<u>Детали</u>				
A4	1		АБВГ.ХХХХХХ.000	Кольца	1			
			<u>Переменные данные для исполнений:</u>					
				АБВГ.ХХХХХХ.000, Лит."01"				
				<u>Детали</u>				
A4	4		АБВГ.ХХХХХХ.000	Стержень	1			
				АБВГ.ХХХХХХ.000-01, Лит"01"				
				<u>Детали</u>				
A4	4		АБВГ.ХХХХХХ.000-01	Стержень	1			
			АБВГ.ХХХХХХ.000					
Изм.	Лист	№ докум	Подп	Дата	Держатель			
Разраб				Лит			Лист	Листов
Проб				01			-	1
Н.контр.								
Утв								

Рис. 4.5. Групповая спецификация по варианту А

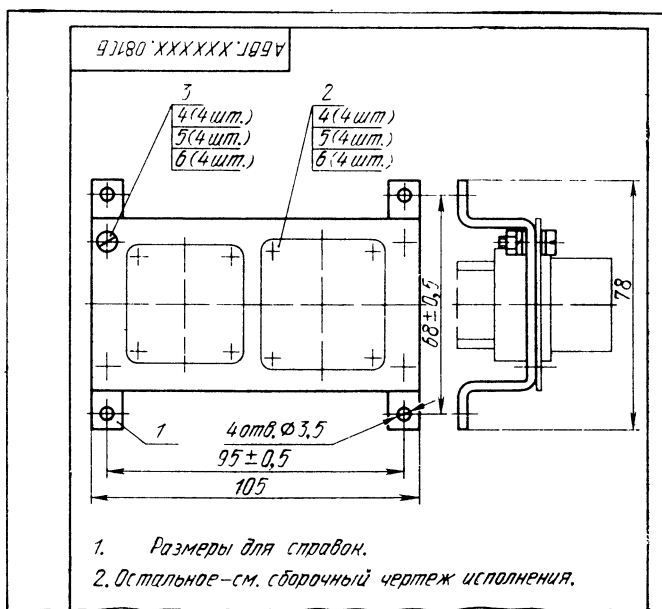


Рис. 4.7. Базовый чертеж изделия «Панель»

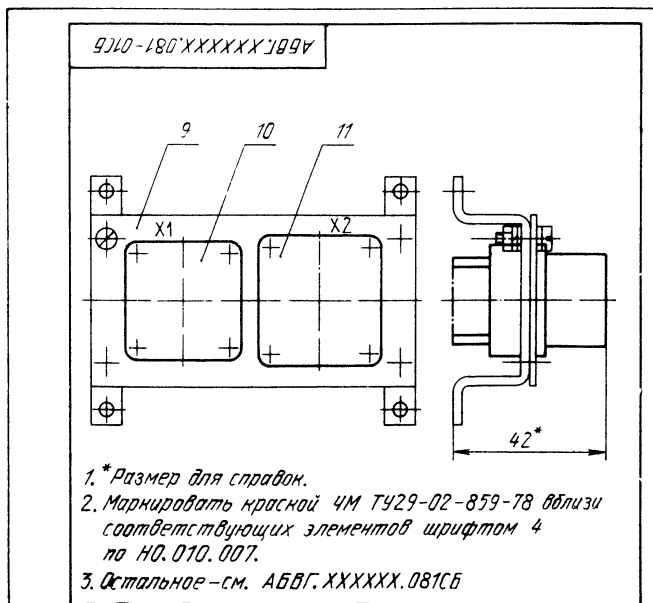


Рис. 4.8. Чертеж исполнения изделия «Панель»

Формат	Элемент	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
А4			<i>АБВГ.ХХХХХХ.081СБ</i>	<i>Сборочный чертеж</i>		
				<u>Детали</u>		
А4	1		<i>АБВГ.ХХХХХХ.029</i>	<i>Скоба</i>		
				<u>Стандартные изделия</u>		
				<i>Винты ГОСТ 1491-80</i>		
		2		<i>МЗ-6г×8.36.016</i>	4	
		3		<i>МЗ-6г×10.36.016</i>	8	
		4		<i>Гайка МЗ.5.016</i>		
				<i>ГОСТ 5927-70</i>	8	
		5		<i>Шайба 3.65Г.019</i>		
				<i>ГОСТ 6402-70</i>	12	
		6		<i>Шайба 3.01.16</i>		
				<i>ГОСТ 10450-78</i>	24	
			<i>Остальное — см. спецификацию исполнения</i>			
<i>АБВГ.ХХХХХХ.081</i>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.					Лист	Листов
Проб.					2	1
И.компр.						
Чтв.						
<i>Панель</i>						

Рис. 4.9. Базовая спецификация

На базовом чертеже (схеме) изображают только постоянные составные части (элементы) и все постоянные данные; переменные (при необходимости) изображают сплошными тонкими линиями (рис. 4.7) в виде упрощенных контурных очертаний. На базовой схеме позиционные обозначения следует присваивать только элементам, одинаковым для всех исполнений. Над основной надписью базового чертежа (схемы) должна быть запись: «*Остальное — см. чертеж (схему) исполнений*» (без указания его обозначения).

На чертеже исполнения изображают только переменные составные части изделия. Постоянные (при необходимости) показывают сплошными тонкими линиями, полностью или частично в виде упрощенных контурных очертаний. Над основной надписью чертежа (схемы) исполнения должна быть ссылка на базовый документ по типу: «*Остальное — см. АБВГ. ХХХХХХ. 081СБ*» (рис. 4.8).

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A4			АБВГ.ХХХХХХ.081-01СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
A4	—		АБВГ.ХХХХХХ.081	Панель	1	
				<u>Детали</u>		
A4	9		АБВГ.ХХХХХХ.015	Пластина	1	
				<u>Прочие изделия</u>		
	10			Колодка Ш128П4ЭШ5		
				ГЕО.364.107ТУ	1	X1
	11			Колодка ШР36П5ЭШ1		
				ГЕО.364.107ТУ	1	X2
АБВГ.ХХХХХХ.081-01						
Изм.	Лист	№ доп.	Подп.	Дата		
Разраб.					Лит.	Лист
Проб.					0 01	7
И.контр.					Панель	
Учв.						

Рис. 4.10. Спецификация исполнения

При базовом способе выполнения документов все исполнения следует обозначать с добавлением к базовому обозначению порядковых номеров исполнений от 01 до 99. Для всех исполнений выполняют базовую спецификацию (рис. 4.9) и спецификацию исполнения (рис. 4.10).

Базовую спецификацию следует выполнять по общим правилам и по формам 1 и 1а ГОСТ 2.108—68. В конце спецификации должна быть запись «Остальное — см. спецификацию исполнения» (рис. 4.9). Спецификацию исполнения выполняют по общим правилам на листах по формам 1 и 1а ГОСТ 2.108—68 (СТ СЭВ 2516—80) с учетом следующих особенностей (см. рис. 4.10):

в разделе «Комплексы» или «Сборочные единицы» первой на правах составной части изделия записывают базовую спецификацию. При этом в графе «Поз.» ставят прочерк, в графе «Наименование» — наименование изделия в соответствии с основной надписью базовой спецификации, в графе «Кол.» — 1;

нумерация позиций для других составных частей является продолжением нумерации позиций по базовой спецификации.

Наименование изделий в основной надписи записывают аналогично групповым документам.

4.3. Автоматизация выполнения конструкторских документов на сборочную единицу

Разработка информационного обеспечения АКД заключается в выделении составных частей на сборочных чертежах данного типа, в том числе типовых, стандартных и других изделий, применяемых как покупные. Информационная база должна максимально обеспечивать многовариантное конструирование изделий. Далее определяются виды и способы представления графической информации и содержание каталога элементов информационной базы (см. § 2.2).

В одних случаях конструирование начинается с механизма или иных составных частей с последующим заключением их в корпус. В других случаях основным является унифицированный корпус с возможными модификациями, в который включаются переменные составные части. Таков, например, электронный блок, представляющий собой конструктивный узел, предназначенный для выполнения самостоятельной функции; блок питания (фрагмент на рис. 4.11); блок усилителя постоянного тока; блок преобразования и т.д. Разработка конструкций электронных блоков является примером многовариантного конструирования РЭА. Независимо от функционального назначения в блок входят обязательные составные части: несущая конструкция, радиоизделия, а также узлы и приборы.

Несущая конструкция предназначена для размещения электронной части аппаратуры и обеспечения ее функционирования в условиях эксплуатации (в блоках — металлический корпус, каркас или шасси). Каркас может быть отлитым из легких сплавов или штампованным; в настоящее время преимущественно применяются свинчиваемые конструкции из унифицированных конструктивных профилей (см. гл. 7).

Графические изображения элементов несущей конструкции блока либо постоянны для всех исполнений блоков, либо параметрически зависимы (например, от типоразмера корпуса). Блоки отличаются различными радиоизделиями, устанавливаемыми в них. Поэтому на чертеже электронного блока можно выделить легко формализуемые неизменяющиеся или параметрически зависимые изображения несущей конструкции и изображения радиоизделий, модели ГИ которых в памяти ЭВМ составят информационную базу АКД электронных блоков.

Пример фрагмента сборочного чертежа электронного блока, приведенный на рис. 4.11, а, — один из вариантов, который принимается здесь за фрагмент чертежа-аналога. Чертеж-аналог содержит необходимое количество видов, разрезов, размеров для полного представления о конструкции блока. Места креплений деталей блока и радиоизделий показывают местными разрезами. Стандартные радиоизделия изображают упрощенно с сохранением габаритных размеров и указанием маркировки позиционных обозначений согласно электрической схеме. Позиции деталей и элементов проставляют согласно спецификации (рис. 4.11, б—г).

Формат	Этап	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				Стандартные изделия		
		22		Винты ГОСТ 1491 - 80		
				M2,5-6g x 6.36 016	20	
		23		M3-6g x 10 36.016	37	
		24		M4-6g x 10 36.016	10	
		25				
		26		Винт M4 x 16 01.016		
				ГОСТ 10620 - 80	2	
				Гайки ГОСТ 5916 - 70		
		27		M2,5-6H.5.016	20	
		28		M3.5.016	22	
		29		M4.5.016	10	
				Шайбы ГОСТ 6402-70		
		30		2,5.65Г.016	20	
		31		3.65Г.016	37	
		32		4.65Г.016	10	
				Шайбы ГОСТ 11371-78		
		33		2,5.04.019	20	
		34		3.04.019	37	
				АБВГ.ХХХХХХ.000		Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп	Дата		2

е)

Рис. 4.11, в. Спецификация, лист 2

Разработка систем АКД предусматривает тесное взаимодействие специалистов, поскольку конструктор, готовящий чертеж ПР, должен иметь представление о возможностях, предоставляемых средствами машинной графики и системой АКД, а программист — о методике разработки чертежей ПР и их содержании.

Чертеж ПР готовит конструктор. Он выделяет в конструкторской документации на разрабатываемое устройство (чертежах-аналогах) составные части — постоянные или параметрически заданные, которые присутствуют или могут присутствовать в чертежах на данный тип устройства. К таковым относятся: изображения конструктивных элементов (см. табл. 2.1), элементов конструкций (например, параметрически заданные ГИ проекций каркаса, вынесенные местные разрезы и др.), ГИ радиоизделий и др.

Чертеж ПР оформляется как элемент каталога (см. рис. 2.2), а сведения на нем используются разработчиком или пользователем системы АКД в зависимости от способов формирования моделей ГИ. При программном или интерактивном режиме, если модель ГИ формируется из графических примитивов (табл. 2.1), используются ГИ со всеми необходимыми размерами для их описания (см. рис. 2.2, а). При формировании модели ГИ с кодирующего устройства ввода (см. § 2.4) размеры не обязательны, но исходная графическая информация о кодируемых ГИ должна быть достаточно точной. Чертеж ПР может быть выполнен в виде эскиза.

При наличии в информационной базе системы АКД необходимых моделей ГИ конструктивных элементов или элементов конструкции (см. табл. 2.1) чертеж ПР содержит сведения, необходимые для компоновки из них разрабатываемого чертежа. В этом случае на нем изображают габаритными очертаниями используемые составные части (сведения даны в каталоге, пример на рис. 2.2, б), указывая их шифры и координаты опорных точек, определяющих их местоположение на чертеже. Как правило, положение каждого изображения на поле чертежа (вида, разреза и др.) указывают опорной точкой, координаты которой измеряют от левой нижней точки контура чертежа (0,0) и записывают в таблицу опорных точек (см. рис. 2.6, б). Положение составной части в пределах изображения (например, положение радиоизделия на панели) указывают ее опорной точкой, измеряя координаты от опорной точки изображения, в которое включается составная часть. Рекомендации по оформлению чертежа ПР см. также в § 2.2.

При достаточной унификации разрабатываемого устройства, программных и технических средств, в том числе интерактивных, а также при высокой степени разработанности системы АКД чертеж ПР может быть существенно упрощен. На нем могут отсутствовать координаты опорных точек изображений, поскольку система обеспечивает их правильное расположение в зависимости от значений параметрически заданных размеров: положение составной части может быть показано на одном изображении. (На рис. 7.36 приведен такой чертеж ПР для получения варианта машинного чертежа электронного блока, фраг-

Таблица 4.2

Описание реквизитов и правила их записи

Номер реквизита	Идентификатор реквизита	Основное назначение реквизита	Максимальное число символов	Форма представления реквизита	Рекомендации по заполнению граф бланка
1	Раздел спецификации	Сортировка	1	Целое число	Записывают символ, определяющий, к какому разделу спецификации относится данная строка: 1 — документация; 2 — сборочные единицы; 3 — детали; 4 — стандартные изделия; 5 — прочие изделия; 6 — материалы
2	Наименование	Сортировка и печать	27, пробел, 16	Текст	Записывают полностью наименование, включая ГОСТ, ТУ и другие НТД соответствующей графы спецификации
3	Обозначение	Сортировка и печать	17	Текст	<p>Для разделов «Документация», «Сборочные единицы», «Детали» записывают обозначение, принятое в спецификации</p> <p>В разделе «Стандартные изделия»:</p> <p>1. Для конденсаторов и резисторов записывают шифр наименования, принятый по ГОСТ, ТУ и другим НТД.</p> <p>2. Для остальных стандартных и прочих изделий записывают номера ГОСТов</p>
	Шифр	Сортировка			
	Наименование и номер документа	Сортировка			
4	Число элементов	Печать	3	Целое число	Записывают число элементов
5	Позиционный номер	Сортировка и печать	8	Текст	Записывают позиционный номер элемента из электрической принципиальной схемы

мент которого представлен на чертеже рис. 7.40.) Написание позиционных обозначений можно автоматизировать, если их положение на чертеже одинаково для всех исполнений; в иных случаях целесообразно наносить их вручную или в интерактивном режиме.

При выполнении текстовых конструкторских документов РЭА (спецификаций и др.), содержащих большое количество радиоизделий и других составных частей, весьма трудоемкой работой является их расположение в установленной последовательности — сортировка, а также оформление и корректировка документа. Эти операции успешно автоматизируются.

Как правило, САПР конкретных изделий и определенной ориентации (например, печатных плат) имеет средства для автоматизации этого процесса. В то же время существуют и разрабатываются соответствующие программные средства, которые могут быть использованы как в САПР, так и автономно. Примерами являются: пакет программ автоматизированной подготовки конструкторских спецификаций ПАКТ [12]; система программного обеспечения «Конструкторско-технологическая подготовка производства» [33], обеспечивающая выполнение

Номера реквизитов				
1	2	3	4	5
1	СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ	...	М3.005.00...СБ	
2	МОДУЛЯТОР	...	М3.541.010	47
3	ВИНТ М3Х10 ГОСТ 1491-80	...	М3.0-10	1
4	ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО	...	М3.507.003	3
5	РЕЛЕ	...	М8.120.001	2
6	ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ПК-И	ЕЩ0.360.038 ТУ	ЕЩ0.360.038	3
7	ООНАРЬ СИГНАЛЬНЫЙ МОС-1	ОЮ0.360.019 ТУ	ОЮ0.360.019	3
8	ГАЙКА М3 ГОСТ 5616-70	...	М3.	24
9	КАРКАС	...	М4.107.000	1
10	ПЛАСТИНА	...	М8.610.001	1
11	ВИНТ М4Х10 ГОСТ 1491-80	...	М4.0-10	6
12	ВИНТ М2,5Х4 ГОСТ 17474-72	...	М2.5-4	20
13	СРОЗЕТКА ЦХП59-96	КЕ 0.364.043 ТУ	КЕ0.364.034	7
14	ТРАНСФОРМАТОР ТА17-220-400	ОЮ0.470.001 ТУ	ОЮ0.470.001	2
15	КЛЕММА ПРИБОРНАЯ КЛ15	ГА 0.403.002 ТУ	ГА 0.403.002	2
16	УСИЛИТЕЛЬ	...	М3.540.002	3
17	ТРАНСФОРМАТОР	...	М4.728.006	1
18	ПАНЕЛЬ	...	М8.040.000	1
19	ПЛАСТИНА	...	М8.610.000	1
20	СЪЕМКА	...	М8.616.001	2
21	СЪЕМКА 2,5... ГОСТ 11371-68	...	2.5	20
22	СЪЕМКА 4...	...	4.0	6
23	ВИНТ М2,5Х8 ГОСТ 17473-72	...	М2.5-8	24
24	ПАНЕЛЬ ЗАДНЯЯ	...	М8.040.001	1
25	ПЛАТКА	...	М8.120.000	1
26	УГОЛЬНИК	...	М8.100.000	2
27	УПРАВЛЯЮЩАЯ	...	М8.204.000	14
28	УПРАВЛЯЮЩАЯ	...	М8.230.000	28
29	СЪЕМКА	...	М8.616.000	2
30	ГАЙКА М4 ГОСТ 5616-70	...	М4.	6
31	СЪЕМКА 3... ГОСТ 11371-68	...	3.	33
32	ПЛАТКА ПМ18Е7Ш1Б1	ГЕ0.354.126 ТУ	ГЕ0.354.126	1
33	КОНДЕНСАТОР ИМГ4-1,0-500-14	ОЮ0.462.049 ТУ	ОЮ0.462.049	3
34	РЕЛЕ РСМ-1 РС4.523.000 ТУ	...	РС4.523.000	3
35	СРОЗЕТКА Р015-32000	ГЕ0.364.160 ТУ	ГЕ0.364.160	1

а)

Рис. 4.12. Бланк записи реквизитов (а); спецификация, выполненная автоматизированно, лист 1 (б) и лист 2 (в)

№ ТИЗОНА	ПОДЗ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	КОЛ.	ПРИМЕЧАНИЕ
			ДОКУМЕНТАЦИЯ		
		МЗ.035.00.СБ	СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ		
			СБОРОЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ		
	11	МЗ.507.005	ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ	3	
	2	МЗ.540.002	УСИЛИТЕЛЬ	3	
	3	МЗ.541.010	МОДУЛЯТОР	1	
	4	М4.107.000	КАРКАС	1	
	5	М4.720.006	ТРАНСФОРМАТОР	1	
			ДЕТАЛИ		
	6	М8.040.000	ПАНЕЛЬ	1	
	7	М8.040.001	ПАНЕЛЬ ЗАДНЯЯ	1	
	8	М8.100.000	УГОЛЬНИК	2	
	9	М8.120.000	ПЛАТКА	1	
	10	М8.120.001	СТОЙКА	2	
	11	М8.204.000	НАПРАВЛЯЮЩАЯ	14	
	12	М8.230.000	НАПРАВЛЯЮЩАЯ	20	
	13	М8.610.000	ПЛАСТИНА	1	
	14	М8.610.001	ПЛАСТИНА	1	
	15	М8.616.000	СТЯЖКА	2	
	16	М8.616.001	СТЯЖКА	2	
			СТАНДАРТНЫЕ ИЗДЕЛИЯ		
	17		ВИНТ М3Х10 ГОСТ 1491-80	47	
	18		ВИНТ М4Х10 ГОСТ 1491-80	6	
	19		ВИНТ М2,5Х4 ГОСТ 17474-72	20	
	20		ВИНТ М2,5Х8 ГОСТ 17473-72	24	
	21		ГАЙКА М3 ГОСТ 5616-70	24	
	22		ГАЙКА М4 ГОСТ 5616-70	8	
	23		ШАЙБА 2,5... ГОСТ 11371-68	20	
	24		ШАЙБА 3... ГОСТ 11371-68	33	
	25		ШАЙБА 4...	6	
			ПРОЧИЕ ИЗДЕЛИЯ		
	26		ВИЛКА 2ПМ1867Ш161	1	Х2
			ГО.354.126 ТУ		

ИЗМ.	Л	М	ДОКУМ.	ПОДП.	ДАТА
РАЗРАБ.					
ПРОВ.					
М.КОНТР.					
УТВ.					

ИНВ. Н	ПОДЛ.	ПОДП.	И	ДАТА	
ВЗЯМ	ИНВ. Н		ИНВ. Н	ДУБЛ	ПОДП. И ДАТА

б)

Рис. 4.12, б

конструкторских и технологических документов (спецификации, ведомости, маршрутные карты и др.); комплекс программ для получения спецификаций [23]; пакет программ для создания автоматизированной системы ведения и изготовления программной документации (ППМ СВИТД) [33] и др.

№-Т130-1 ПОЗ И ИНА	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	КОЛ	ПРИЕ- ЧАННЕ
27		КЛЕММА ПРИБОРНАЯ КП1Б	2	ХЗ, Х4
28		ГА 0,483,002 ТУ	3	С1...С3
29		ОМФ.462,049 ТУ	3	С1...С3
30		ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ П2К-К	3	К1...К3
31		ЕМФ.360,038 ТУ	1	Х1
32		РЕЛЕ РСМ-1 Р04,523,000 ТУ	7	Х5...Х11
33		РОЗЕТКА РП15-32ВФВ	2	И1, Т2
34		ГЕР.364,160 ТУ	3	Н1...Н3
		РОЗЕТКА ЦХП59-96		
		КЕ 0,364,043 ТУ		
		ТРАНСФОРМАТОР ТА17-220-400Н		
		ОМФ.470,001 ТУ		
		ФОНАРЬ СИГНАЛЬНЫЙ ИФС-1		
		ОМФ.360,019 ТУ		

ЛИСТ

ИЗМН Л ИВ ДОКУМ ПОДП ДАТА

ИВН И ПОДА, ПОДП И ДАТА ВЗАМ ИВН И ИВН И ДУБА ПОДП И ДАТА

в)

Рис. 4.12. в

Основные требования, предъявляемые к программному обеспечению автоматизации составления и оформления текстовых конструкторских документов, следующие:

- сокращение времени выполнения;
- сортировка вводимых данных;
- возможность хранения и корректировки документов в интерактивном режиме;
- получение документа, оформленного по ЕСКД.

Эти требования положены в основу предлагаемой ниже методики автоматизации получения конструкторских документов, реализация которой показана на примере спецификации.

Исходные данные о составных частях спецификации разбиваются на ряд реквизитов (групп данных), по которым производится автоматическая сортировка и выбор информации для вывода на печать. Описание реквизитов и правила их подготовительной записи даны в табл. 4.2; пример бланка записи реквизитов № 1,2;3, ... показан на рис. 4.12. При разработке программного обеспечения был использован алгоритм сортировки по Хоору[45].

Глава 5.

Оформление чертежей некоторых изделий радиоэлектронной аппаратуры

5.1. Детали, обрабатываемые совместно

Нередко приходится обрабатывать совместно детали, обычно две, или получать детали путем разрезания общей обработанной заготовки. На рис. 5.1 показан чертеж детали, по которому обрабатывают привалочные (стыковочные) плоскости и торцы двух деталей и затем совместно растачивают отверстия. Соответствующие размеры заключают в квадратные скобки, а также записывают над основной надписью чер-

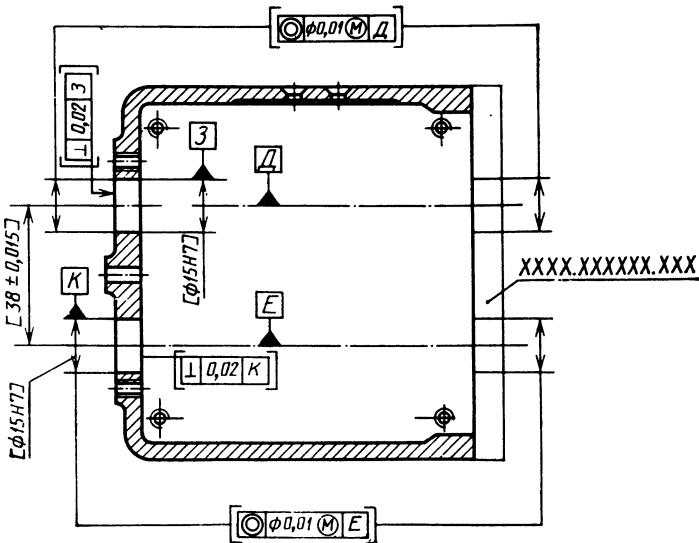


Рис. 5.1. Пример простановки размеров на элементы совместно обрабатываемых изделий

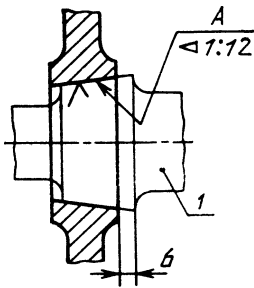


Рис. 5.2. Обозначение размеров элементов изделий, обрабатываемых по другому изделию

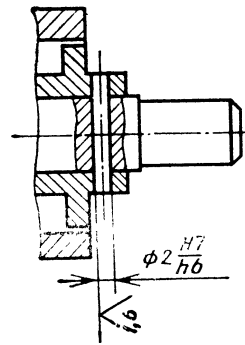


Рис. 5.3. Пример простановки размеров отверстий, обрабатываемых при сборке

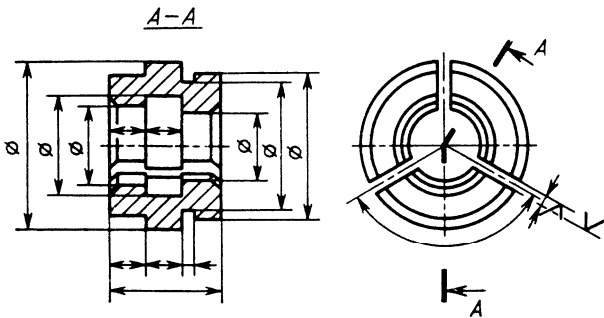


Рис. 5.4. Оформление чертежа изделий, получаемых разрезкой заготовки на части

тежа в технических требованиях: *Обработку по размерам в квадратных скобках проводить совместно с ...*.

Часто детали, обрабатываемые совместно, в конструкции не соприкасаются друг с другом (например, платы в механизмах часового типа). Чертежи оформляют аналогично рис. 5.1, но при этом в технических требованиях чертежей деталей делают запись: «*Обработка и применение совместно с деталью ...*».

На рис. 5.2 видна поверхность А, которая должна быть пригнана к детали поз. 1, о чем в технических требованиях должно быть соответствующее указание.

На рис. 5.3 показана простановка размеров под установочные винты, штифты, заклепки, если обработка отверстий производится при сборке узла (изделия) по сборочному чертежу. Рисунок 5.4 — чертеж деталей, получаемых при разрезании заготовки на части.

5.2. Изделия, содержащие надписи, знаки, шкалы, фотоснимки

При нанесении надписей, знаков на плоскую поверхность необходимо указать их начертание и с помощью размеров — место расположения. Надписи на цилиндрических и конических поверхностях показывают на развертке (рис. 5.5, *а*, *б*). На остальных видах знаки наносят без искажения и не полностью. Способ нанесения надписей и знаков (маркирование, гравирование, штемпелевание, чеканка, фотографирование и т. п.), покрытие наносимых надписей должны быть указаны в технических требованиях на чертеже.

ГОСТ 5365—83 «Приборы электроизмерительные. Циферблаты и шкалы» подразделяет шкалы, наносимые на циферблаты:

по соотношению длин делений, в пределах одной шкалы по ГОСТ 8.401—80 на равномерные и неравномерные;

по количеству строк в одной шкале на однострочные и многострочные;

по светотехническим характеристикам на светоотражающие и светоизлучающие.

Отметки, цифры, условные обозначения и другие элементы, описывающие шкалу, должны иметь:

черную матовую поверхность при светлом цвете лицевой поверхности циферблата;

белую матовую поверхность при темном цвете лицевой поверхности циферблата или соответствовать кодовым цветам, принятым в отрасли.

Материалы, покрытия, краски и эмали, применяемые для изготовления циферблатов и шкал, должны соответствовать требованиям, предъявляемым к приборам конкретных видов (типов) в зависимости от условий эксплуатации. Качество покрытия циферблатов — по I и II классам ГОСТ 9.032—74. Число шкал на циферблате должно быть не более пяти, а число различных цветов шкал — не более четырех.

Стандарт дает указания относительно построения шкал и размеров их элементов. Исходную величину H (рис. 5.5, *в*) можно выбрать в зависимости от дистанции считывания по графику, рекомендованному данным стандартом. Так, для дистанции 400 мм $H = 2$ мм; для 600 мм $H = 2,5$ мм; для 800, 1000, 1200 и 1400 мм $H = 3, 4, 5, 6$ мм соответственно. Величина H — это размер шрифта и основной отметки шкалы. Средние по высоте отметки имеют высоту $(2/3)H$, малые $(1/2)H$. Толщина обводки шрифта $a = H/6$. Длина деления шкалы (расстояние между соседними отметками) должна быть не менее $H/6$. Шрифты надписей и цифр, наносимых на циферблат (шкалу) методом плоской печати, — по ГОСТ 26.020—80. В случае необходимости допускается нанесение надписей методом гравирования шрифтом по ГОСТ 2930—62.

На рис. 5.6, *а* показан пример оформления чертежа шкалы. Технические требования чертежа:

1. * Размер для справок.

2. Цифры и риски выполнять фотохимическим способом.

3. Фон — цвета металла, цифры и риски — черные.
4. Цифры выполнять шрифтом ЗПрЗ ГОСТ 26.020—80; риски шириной 0,5 мм.
5. Технические требования по ОСТ 11 880.001—82.
6. Допускается офсетный способ печати.

На рис. 5.6, б показан пример оформления чертежа шкалы на конической поверхности. Технические требования чертежа:

1. Число равных делений по дуге окружности 25.
 2. Цифры гравировать шрифтом ЗПрЗ ГОСТ 26.020—80. Цифры нанести симметрично относительно рисок.
 3. Ширина длинных рисок 0,6, коротких 0,3 мм.
 4. Цифры и риски затереть эмалью ПФ-115, черная, ГОСТ 6465—76.
 5. Неуказанные предельные отклонения размеров $\pm 0,5$ IT/12.
- Основные надписи оформляются согласно ГОСТ 2.104—68.

5.3. Пружины

ГОСТ 2.401—68 (СТ СЭВ 285—76, 1185—78) устанавливает правила выполнения чертежей пружин для всех отраслей промышленности.

На рис. 5.7—5.9. представлены пружины основных типов, используемых в РЭА, с указанием технических требований.

На рис. 5.7, показано типовое изображение винтовой пружины сжатия. Для получения плоских опорных поверхностей крайние витки подвергаются дополнительной обработке: их подгибают и шлифуют. Приведены технические требования, которые могут быть использованы при оформлении рабочих чертежей. Если силовые параметры пружины подвергаются контролю, то на чертеже помещают диаграмму испытаний с зависимостью нагрузки P от деформации или деформации от нагрузки (рис. 5.7, 5.8).

На чертеже пластинчатой пружины (рис. 5.9) приводят диаграмму зависимости силы P от деформации F и схему закрепления пружины с указанием размеров от точки приложения нагрузки до места закрепления пружины. В табл. 5.1 даны условные изображения пружин, наиболее часто используемых в конструкциях РЭА, установленные ГОСТ 2.401—68.

5.4. Рабочие чертежи зубчатых колес, реек, червяков и их соединений

ГОСТ 2.402—68 (СТ СЭВ 296—76) устанавливает условные изображения, применяемые при выполнении чертежей зубчатых колес, реек, червяков и звездочек цепных передач, а также при выполнении сборочных чертежей, содержащих указанные детали. ГОСТ 2.403—75 (СТ СЭВ 859—78), ГОСТ 2.404—75 (СТ СЭВ 859—78), ГОСТ 2.405—75 (СТ СЭВ 859—78), ГОСТ 2.406—76, 2.407—75 содержат правила выполнения рабочих чертежей для их изготовления. Поскольку этот материал имеется во многих изданиях по общему приборо- и машиностроению,

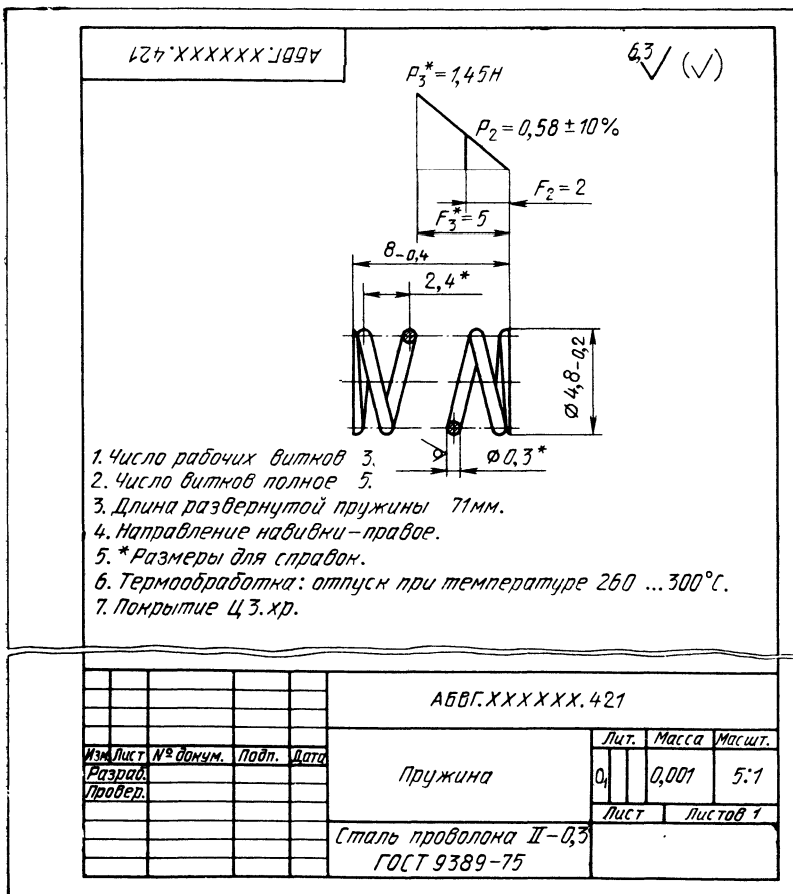


Рис. 5.7. Рабочий чертеж винтовой пружины сжатия

здесь приведены только основные положения по оформлению документов на зубчатые, реечные и червячные зацепления.

При оформлении чертежей зубчатых колес, реек, червяков и их зацеплений следует учитывать следующие правила условных изображений:

окружности и образующие поверхностей выступов зубьев и витков показывают сплошными толстыми основными линиями, в том числе и в зоне зацепления (рис. 5.10, а, б);

делительные и начальные окружности, окружности больших оснований делительных конусов на чертеже показывают штрихпунктирными тонкими линиями (рис. 5.10, 5.11);

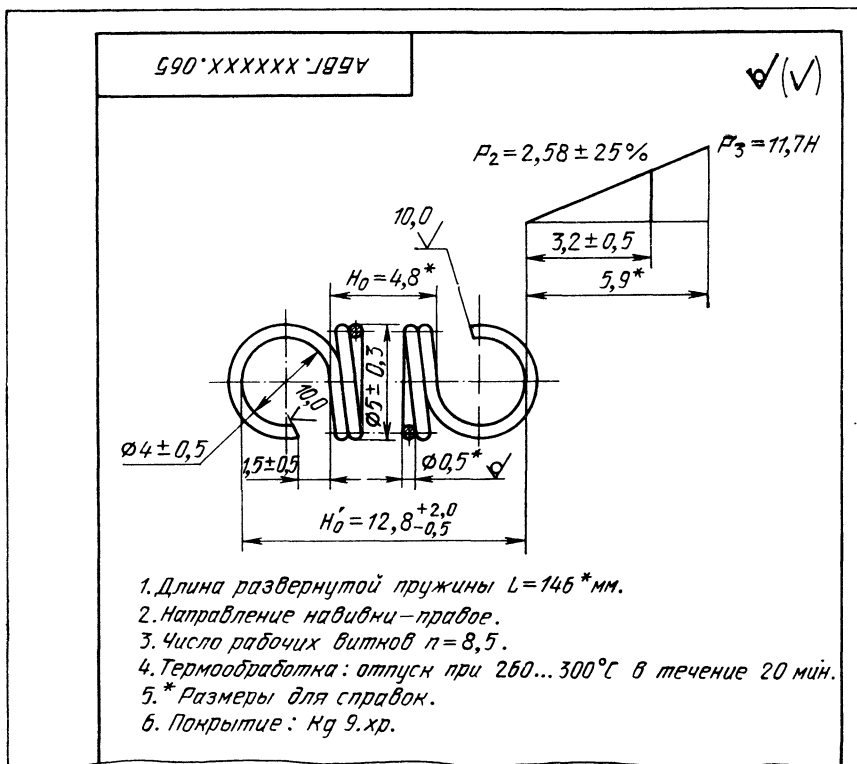


Рис. 5.8. Рабочий чертеж винтовой пружины растяжения

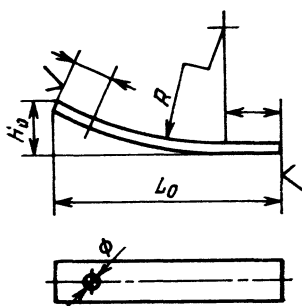
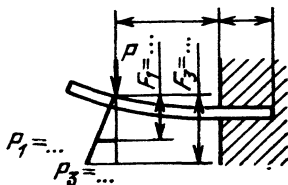


Схема закрепления пружины при силовых испытаниях



1. Модуль упругости $E \dots \text{Па}$.
2. Твердость $\dots \text{HRC}_3$
3. Напряжение нормальное при изгибе (максимальное) $\sigma_3 \dots \text{Па}$.
4. Длина развернутой пружины $L \dots \text{мм}$.
5. Остальные технические требования по...
(указывают номер нормативного документа).....

Условные изображения пружин на сборочном чертеже

Наименование пружины	Условное изображение		
	на виде	в разрезе	с толщиной сечения на чертеже 2 мм и менее
Пружина сжатия из проволоки круглого сечения с неподжатыми и нешлифованными крайними витками			
Пружина сжатия с прямоугольным сечением витка с поджатыми и шлифованными опорными поверхностями			
Пружина сжатия коническая из проволоки круглого сечения с поджатыми и шлифованными опорными поверхностями			
Пружина растяжения из проволоки круглого сечения с зацепами, открытыми с одной стороны и расположенными в одной плоскости			
Пружина спиральная плоская с отогнутыми зацепами		—	

←

Рис. 5.9. Пружина изгиба пластинчатая:

H_0 — высота пружины в свободном состоянии; L_0 — длина пружины в свободном состоянии;
 F_1, F_3 — прогибы пружины; P — сила пружины

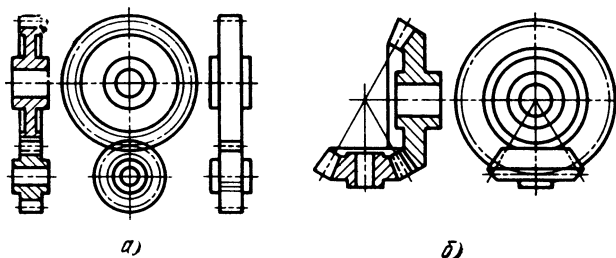


Рис. 5.10. Условное изображение зацеплений цилиндрическими (а) и коническими (б) зубчатыми колесами

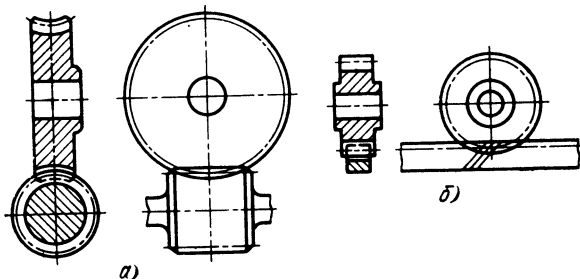


Рис. 5.11. Условное изображение зацеплений: с цилиндрическим червяком (а) и реечного (б)

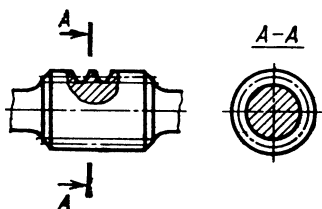


Рис. 5.12. Червяк цилиндрический

окружности и образующие впадин зубьев и витков в разрезах и сечениях показывают на всем протяжении сплошными толстыми основными линиями (см. рис. 5.10, 5.11);

на видах допускается изображать окружности и линии впадин зубьев и витков, при этом их наносят сплошными тонкими линиями (см. рис. 5.10, а);

если секущая плоскость проходит через оси обоих зубчатых колес, находящихся в зацеплении, то на разрезе в зоне зацепления зуб одного из колес, предпочтительно ведущего, показывают расположенным перед зубом сопрягаемого колеса (см. рис. 5.10, а, б);

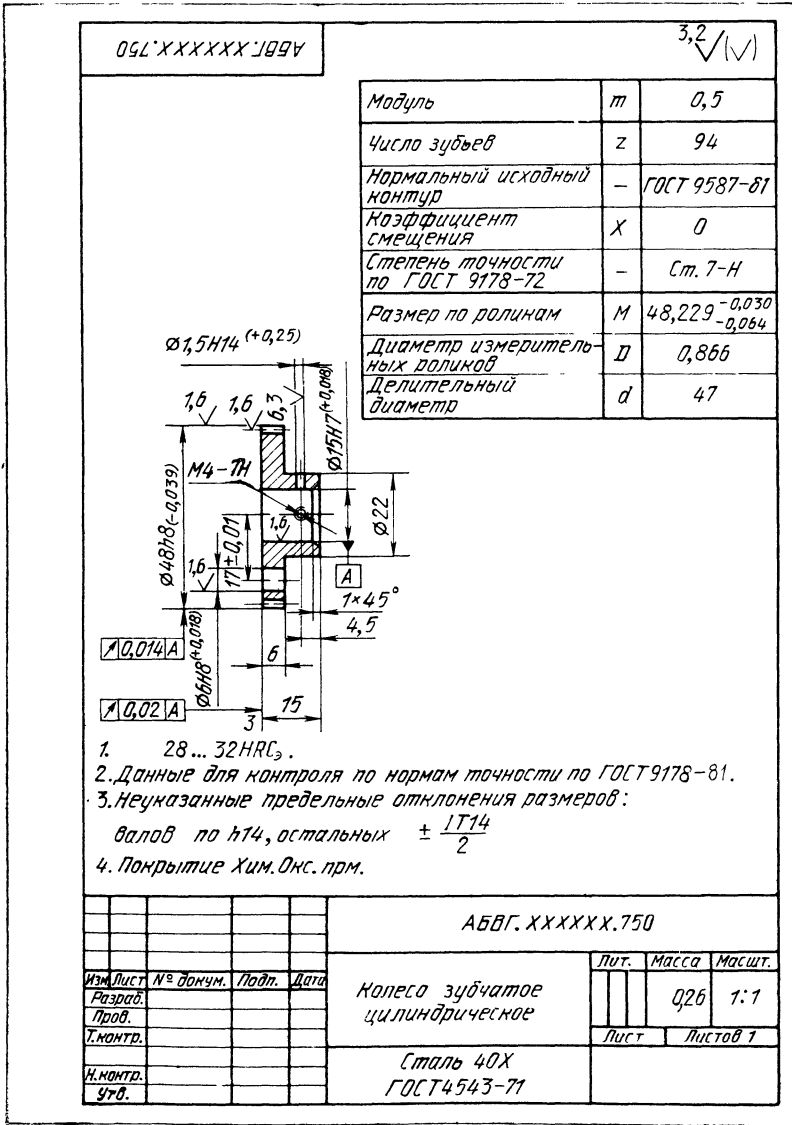


Рис. 5.13. Рабочий чертеж зубчатого колеса

при прохождении секущей плоскости через ось червячного колеса или червяка виток червяка показывают расположенным перед зубом колеса (см. рис. 5.11, *а*);

при прохождении секущей плоскости через ось зубчатого колеса реечного зацепления зуб колеса показывают перед зубом рейки (см. рис. 5.11, *б*);

если необходимо показывать направление зубьев зубчатого колеса, рейки, витков червяка, то на изображении поверхности зубьев или витков наносят вблизи оси три сплошные тонкие линии с соответствующим наклоном (см. рис. 5.10, *а*, 5.11, *б*).

К основным правилам оформления рабочих чертежей зубчатых и червячных колес следует отнести следующие:

зубчатые и червячные колеса изображают в разрезе (рис. 5.12);

на проекции «Вид слева» может быть показано только очертание отверстий для вала со шпоночным пазом или шлицами;

все сведения, необходимые для изготовления и контроля колес, помещают в таблицу на поле чертежа, состоящую из трех частей, отделяемых друг от друга контурной линией. В первой части помещают сведения об изготовлении, во второй — данные контроля, в третьей — справочные данные. Информацию о номенклатуре параметров для таблиц на разрабатываемое изделие, а также более подробные сведения об оформлении чертежа можно получить из соответствующих стандартов (ГОСТ 2.403—68 ... 2.407—68).

На рис. 5.13 приведен пример рабочего чертежа цилиндрического зубчатого колеса.

5.5. Оптические изделия

ГОСТ 2.412—81 (СТ СЭВ 139—74) устанавливает правила выполнения рабочих чертежей оптических изделий.

При изображении оптических деталей и сборочных единиц на чертеже считают, что луч идет слева направо.

При выполнении чертежей применяют обозначения основных величин физической оптики (ГОСТ 26148—84) и геометрической оптики (ГОСТ 7427—76). В табл.5.2 приведены буквенные обозначения, применяемые на чертежах и схемах.

На рис. 5.14 *а*, *б*, 5.15 даны примеры рабочих чертежей оптической детали и узла. Поверхности оптических изделий обозначают прописными буквами русского алфавита, которые наносят на полках линий-выносок (поверхности А, Б, В).

В таблицу, состоящую из трех частей, на поле чертежа оптической детали записывают требования к материалу (в первой части), к изготовлению (во второй), расчетные данные (в третьей). Размеры таблицы приведены на рис. 5.14, *а*. Части таблицы отделены друг от друга сплошной толстой основной линией.

Требования к материалу указывают согласно ГОСТ 23136—78 или другим стандартам (ТУ). ГОСТ 23136—78 распространяется на оптичес-

Буквенные обозначения, применяемые на чертежах и схемах

Обозначение	Наименование
Δn_e	Категория и класс по показателю преломления
$\Delta(n_F - n_C)$	Категория и класс по средней дисперсии
ε	Предел разрешения в минутах
O_a	Световая зона
O_\varnothing	Световой диаметр
L	Длина хода луча в призме (геометрическая)
N	Предельное отклонение стрелки кривизны поверхности детали от стрелки кривизны поверхности пробного стекла или допускаемая сферичность плоской поверхности, интерференционное кольцо (полоса)
ΔN	Поле допуска формы поверхности, интерференционное кольцо (полоса)
f'_{min}	Наименьшее допускаемое фокусное расстояние пластинок или призм как результат сферичности их поверхностей
S_F	Передний фокальный отрезок
S'_F	Задний фокальный отрезок
C	Центр кривизны сферической поверхности
μ	Показатель ослабления
θ	Предельная клиновидность пластины в минутах или секундах или разнотолщинность в миллиметрах
π	Предельная пирамидальность (угол между ребром призмы и противоположащей гранью) в минутах или секундах
δ	Предельная разность равных по номинальному значению углов призмы с цифровым индексом угла призмы, например для прямоугольной призмы — $\delta_{45^\circ, \dots}$ ("...")
P	Класс чистоты полированной поверхности
ΔR	Класс точности пробного стекла, назначаемый по ГОСТ 2786—82, или предельное отклонение от значения расчетного радиуса поверхности в процентах

кие неорганические материалы: бесцветные и цветные стекла, стекла с особыми свойствами типов ГЛС, РЛС, ФХС, МС, ОНС и другими, кристаллы и оптическую керамику и устанавливает нормируемые параметры (показатели качества), их категории и классы.

При изготовлении изделий задают следующие параметры: N , ΔN , P , θ , π , δ , ε , f'_{min} , ΔR . При необходимости значения N , ΔN , P приводят с буквенными обозначениями (рис. 5.14, б).

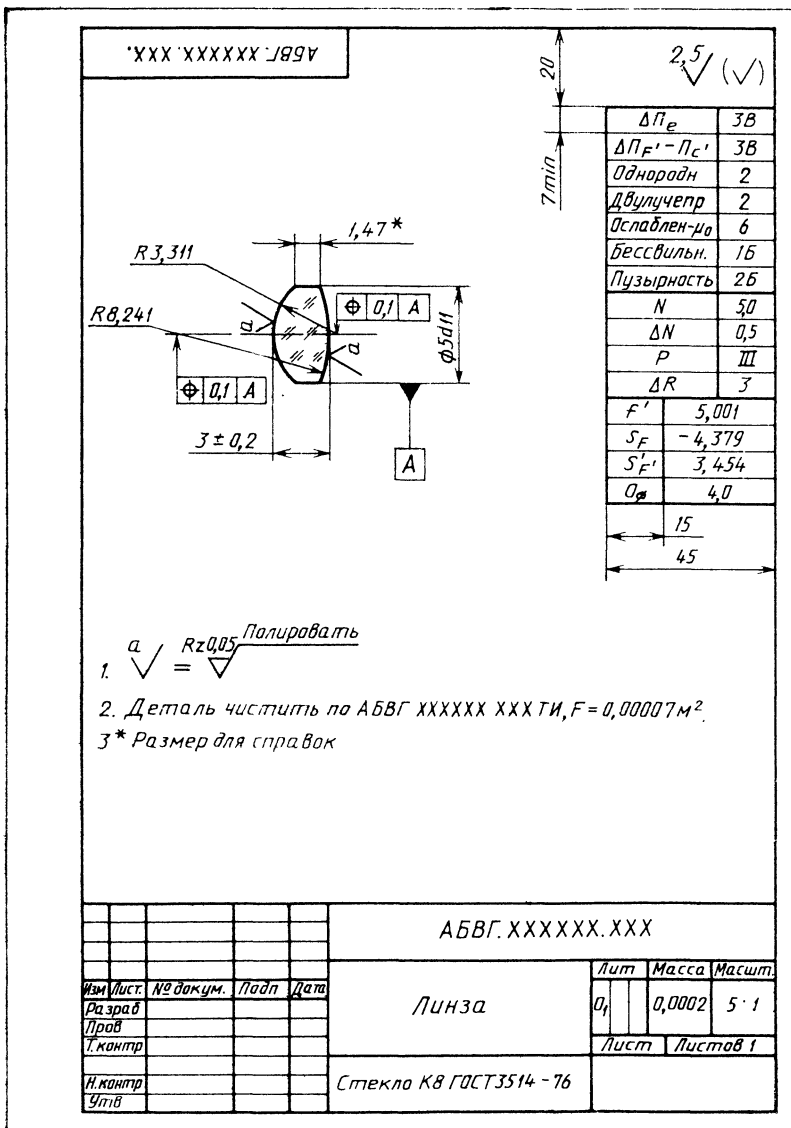


Рис. 5.14, а

Рис. 5.14. Чертежи оптических деталей (линз): дояковыпуклой (а) и вогнутой (б)

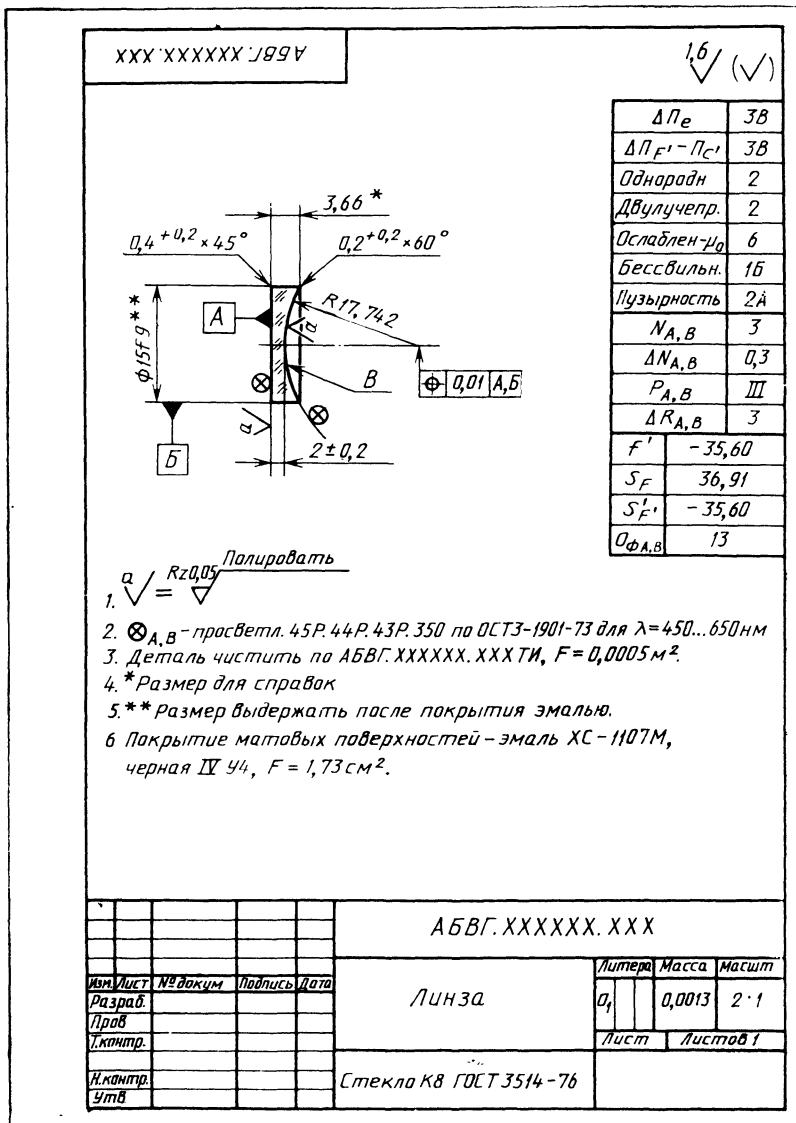
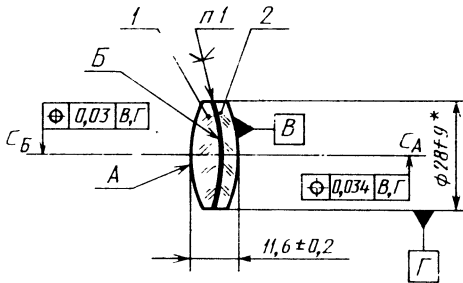


Рис. 5.14, б

АБВГ.ХХХХХХ.ХХХСБ

$V_{A,B}$	2
$\Delta N_{A,B}$	0,2
$P_{A,B}^{**}$	III
F'	199,40
S_F	-198,08
$S_{F'}$	193,22
$\sigma_{\phi_{A,B}}$	26



1. Клей бальзамин - МГОСТ 14887 - 80.
- 2.* Размер выдерживать после покрытия эмалью.
- 3.** Допускаются царапины по РIV.
4. Сборку чистить по ХХХХ.ХХХХХХ.ХХХТИ. $F=0,0017\text{ м}^2$.
5. Покрытие матовых поверхностей - эмаль ХС-1107М, черная IV У4, $F=9,19\text{ см}^2$.

				АБВГ.ХХХХХХ.ХХХСБ		
				Линза		
				Сборочный чертеж		
Изм/Лист	№ докум	Подпись	Дата	Лит.	Масса	Масшт
Разраб				0	0,015	1:1
Пров				Лист	Листов 1	
1.контр						
И контр						
Утв						

Рис. 5.15. Сборочный чертеж линзы

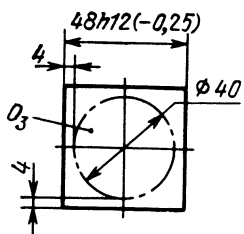


Рис. 5.16. Выделение световой зоны

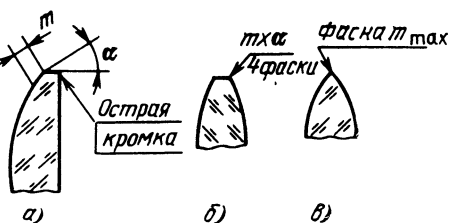


Рис. 5.17. Варианты обозначений фасок

Таблица 5.3

Классы чистоты поверхностей оптических деталей

Класс чистоты	Материал детали	Диаметр детали, мм, не более
0—10, 0—20 0—40, I—IV	Оптическое стекло групп химической устойчивости А, Б, а, У по ГОСТ 9411—81	150
V—IXa		Не ограничивается
III—IV	Оптическое стекло групп В, д по ГОСТ 13659—78, ГОСТ 3514—76 и групп В, д по ГОСТ 9411—81	100
V—IXa		Не ограничивается
VIII—IXa	Оптические кристаллы: фториды;	250
		250
IV—VII	гигроскопические, пластичные, твердые (корунды, гранаты);	150
IV—IXa		полупроводниковые
V—IXa	Полимеры	250
V—IXa	Металлы	Не ограничивается
III—VII	Волоконно-оптические изделия	100
IV—VII	Оптическая керамика	200
IV—V	Оптические ситаллы	100
VI—IXa		Не ограничивается

Таблица 5.4

Обозначения специальных оптических покрытий на чертежах

Типы покрытий	Условные графические знаки
Зеркальные:	
внешние	
внутренние	
Светоделительные покрытия (полупрозрачные зеркала)	
Просветляющие покрытия	
Фильтрующие:	
общее обозначение	
отрезающие	
узкополосные	
полосовые	
специальные	
Электропроводящие	
Защитные прозрачные покрытия	
Поляризующие покрытия	

В третьей части таблицы указывают расчетные данные: i' , S_F , $S_{F'}$ — для линз; l — для призм; световой диаметр (O_\varnothing).

На изображении оптической детали допускается ограничивать тонкой штрихпунктирной линией световую зону (O_3) (рис 5.16).

Фаски на оптической детали изображают так, как показано на рис. 5.17.

Перед размерным числом радиуса асферической поверхности (цилиндр, тор) следует указывать наименование ее поверхности, например «Цилиндр $R100$ ». Асферические поверхности следует указывать текстом и в технических требованиях, например, «Уравнение поверхности A $y^2 = -46,56 x$ ».

На чертеже оптической сборочной единицы (см. рис. 5.15) таблица параметров должна состоять из двух частей: требования к изготовлению и расчетные данные. Требования к изготовлению зависят от конструкции изделия. Расчетные данные — такие же, как на чертеже детали.

На чертеже оптической детали и сборочной единицы не-

обходимо задавать децентрировку одним из допусков: позиционным (см. рис. 5.14, 5.15); формы заданной поверхности (отклонение реальной поверхности от номинальной относительно заданных базовых поверхностей); перпендикулярности (отклонение от угла в 90° между плоскостью детали и базовой осью).

В табл. 5.3. даны рекомендации по выбору класса чистоты поверхностей оптических деталей согласно ГОСТ 11141—84. На рис. 5.14, 5.15 указан класс чистоты РIII.

Для обозначения покрытия поверхности используют условные знаки (табл. 5.4), которые изображают либо на самой поверхности, подлежащей покрытию, либо на выносной линии (знак \otimes на рис. 5.14, б). Условный знак с индексом поверхности, условное обозначение по-

крытия и соответствующие характеристики согласно действующим стандартам следует указать в технических требованиях (рис. 5.14, б, п. 2).

Если покрытие необходимо нанести только на часть поверхности детали, то зону покрытия следует обвести штрихпунктирной утолщенной линией с указанием ее размеров. Условный знак покрытия необходимо поставить на полке линии-выноски.

5.6. Неразъемные соединения

Изображения соединений и деталей к неразъемным соединениям даны в [32].

Сварные соединения. На рис. 5.18 и 5.19 показаны: сборочный чертеж крышки, изготовленной с применением сварки, и спецификация. В технических требованиях этого чертежа указаны:

1. Все размеры для справок, кроме размера $45^\circ + 1^\circ$.

2. Детали поз. 10 зачистить под сварку. При сварке согласовать с корпусом ХХХХ.ХХХХХХ. ... СБ. Маркировать одним порядковым номером и применять совместно.

3. Покрытие эмаль МЛ-12, синяя, IV. УЧ. $F_{\text{покp}} = 1075 \text{ см}^2$.

Согласно ГОСТ 2.312-72 видимый шов сварного соединения изображают сплошной основной линией (рис. 5.20, а), невидимый — штриховой линией (рис. 5.20, б), точечный шов — отдельными крестами (рис. 5.20, в). Линии крестов по структуре — сплошные толстые основные; невидимые точки не изображают. Изображение шва содержит также линию-выноску с односторонней стрелкой (см. рис. 5.18) и полкой для надписи.

При необходимости изображают конструкцию шва в поперечном сечении (рис. 5.21, а). Здесь показан многопроходный стандартный шов, а на рис. 5.21, б — нестандартный шов, заданный размерами.

Вспомогательные знаки, применяемые для обозначения сварных швов, содержатся в табл. 5.5. Высота знаков равна высоте цифр в обозначении шва, выполняют знаки тонкими линиями.

Рисунок 5.22 содержит структуру условного обозначения стандартного шва. Обозначение нестандартного шва содержит лишь три вида информации (первые три прямоугольника на рис. 5.22): 1 — вспомогательные знаки шва: по замкнутой линии, монтажного; 2 — для прерывистого шва — размер длины провариваемого участка, знак «/» или «зет», размер шага; для точки — диаметр и шаг; 3 — вспомогательные знаки.

На рис. 5.18 записи сварных швов обозначают:

к шву 4 № 1: шов стандартный, выполненный дуговой сваркой в защитном газе, тип соединения — внахлестку, без скоса кромок, катет шва 2 мм;

к шву 3 № 2: шов стандартный, выполненный дуговой сваркой в защитном газе, тип соединения — угловое, без скоса кромок, шов односторонний, прерывистый, длина провариваемого участка 15 мм, шаг

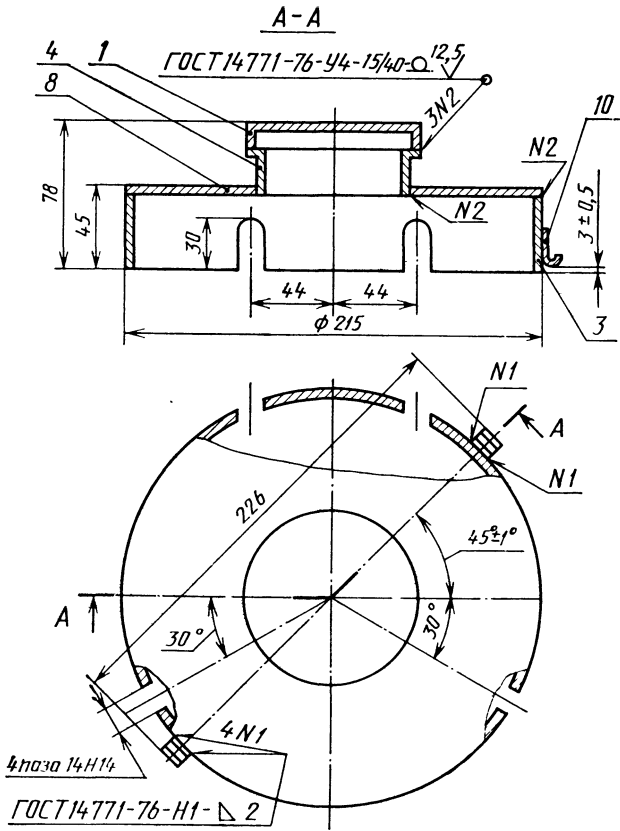


Рис. 5.18. Сборочный чертеж крышки

40 мм, усиление шва снять с лицевой стороны, шероховатость обработанной поверхности $Ra12,5$.

На рис. 5.23 показаны места нанесения условных обозначений и шероховатости обработанной поверхности видимого и невидимого швов. Шероховатость может быть также задана в технических требованиях чертежа. Указания по контролю помещают под линией-выноской (рис. 5.23, а).

Швы нередко бывают одинаковыми (по типу и размерам в сечении, техническим требованиям и условным обозначениям). На чертеже (см. рис. 5.18) таким швам (№ 1 и 2) присваивают общий порядковый номер и наносят его у одного из изображений на наклонной линии-выноске с указанием количества швов. От остальных изображений соответствующих швов проводят линии-выноски с тем же номером.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	кол	Примечание		
				<u>Документация</u>				
A2			XXXX. XXXXXX. XXXСБ	Сборочный чертёж				
				<u>Детали</u>				
A4	1		XXXX. XXXXXX. XXX	Крышка	1			
A3	3		XXXX. XXXXXX. XXX	Обечайка	1			
A4	4		XXXX. XXXXXX. XXX	Обечайка	1			
				<u>Стандартные изделия</u>				
		8		Кольцо сталь 10 лист А-1, 5-П-Н ГОСТ 19904-74, D = 218 d = 83 тип II по СТП ...	1			
		10	НХ. ХХХ. ХХХ	Крючок II- 22-12 НХ. ХХХ. ХХХ	2			
				XXXX. XXXXXX. XXX				
				Крышка	Лит	Лист	Листов	
Изм	Лист	№ докум	Подп		Дата	0		1.
Разраб								
Проб								
И контр								
Утв								

Рис. 5.19. Спецификация

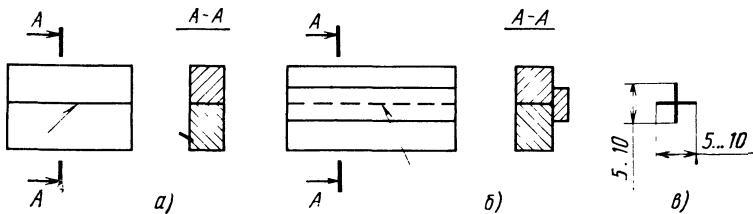


Рис. 5.20. Обозначение сварных швов: видимого (а) и невидимого (б); обозначение и размеры точечного шва (в)

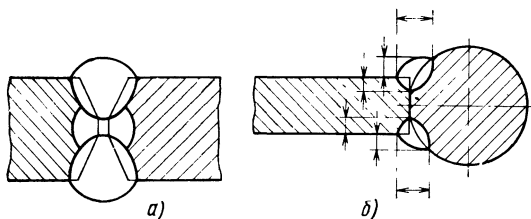


Рис. 5.21. Условное обозначение сварного шва в разрезе (а) с размерами (б)

Таблица 5.5

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов

Условное изображение	Технологическое указание	Расположение вспомогательного знака относительно шва	
		видимого	невидимого
	Усиление шва снять		
	Напльвы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т. е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии 60°		
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		

Условное изображение	Технологическое указание	Расположение вспомогательного знака относительно шва	
		видимого	невидимого
○	Шов по замкнутой линии. Диаметр знака 3...5 мм		
┌	Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа		
△	Угловой шов с величиной катета Н, мм		

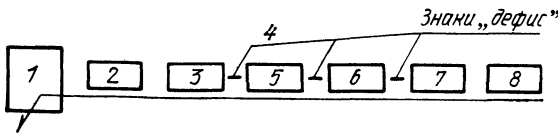


Рис. 5.22. Структура условного обозначения стандартного шва:

1 — вспомогательные знаки шва: по замкнутой линии, монтажного; 2 — обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов; 3 — буквенно-цифровое обозначение шва по тому же стандарту; 4 — знак «дефис»; 5 — условное обозначение способа сварки по тому же стандарту (допускается не указывать); 6 — прямоугольный треугольник и размер катета углового шва по тому же стандарту; 7 — знак прерывистого шва — размер длины провариваемого участка, знак «/» или «зет» и размер шага; 8 — вспомогательные знаки

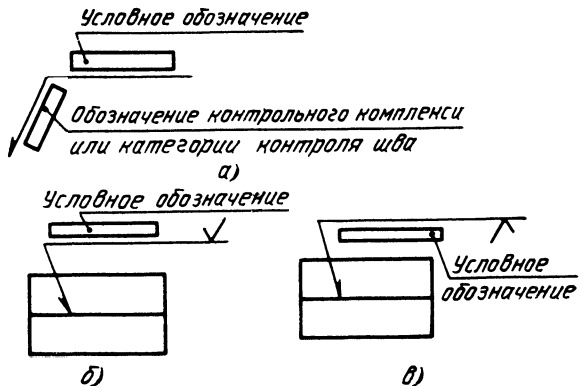


Рис. 5.23. Нанесение условных обозначений и шероховатости обработанной поверхности:

а, б — шов видимый; в — шов невидимый

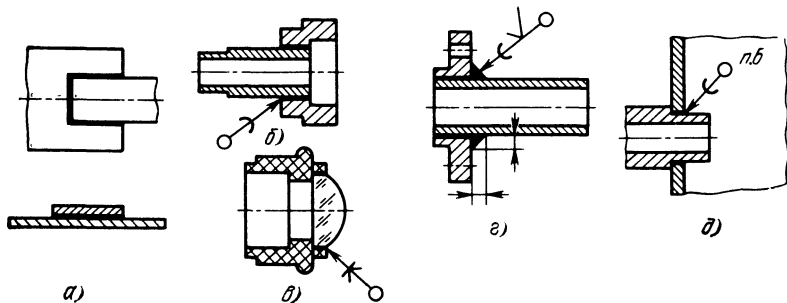


Рис. 5.24. Паяные и склеенные швы:

а — изображение пайки (клейки) на виде и в разрезе; *б* — обозначение пайки; *в* — обозначение склеивания; *г* — простановка размеров и шероховатости; *д* — паяный шов с записью в технических требованиях

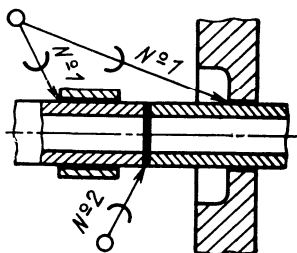


Рис. 5.25. Паяные швы, выполненные припоями различных марок

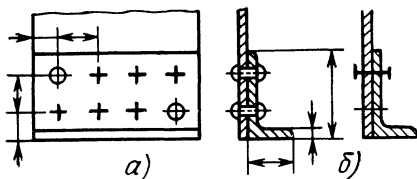


Рис. 5.26. Клепаное соединение:

а — полное изображение; *б* — условное изображение

Соединение пайкой и склеиванием. На рис. 5.24, *а* показано условное изображение толстой линией ($2s$) шва, образованного пайкой или склеиванием. Условные знаки для пайки видны на рис. 5.24, *б*, а для склеивания — на рис. 5.24, *в*. Окружность диаметром $3...5$ мм, принадлежащая линии-выноске, обозначает шов по периметру. Размеры и шероховатость шва могут быть показаны согласно рис. 5.24, *г*. Если в технических требованиях чертежа указаны требования к качеству шва, то на линии-выноске (рис. 5.24, *д*) пишут номер соответствующего пункта. На рис. 5.25 дан пример нумерации швов, выполненных припоем или клеем различных марок.

В технических требованиях чертежей и в других конструкторских документах на паяные соединения следует писать: «Требования к качеству паяных швов по ОСТ 4 ГО.054.035».

Клепаное соединение. Пример изображения клепаного соединения показан на рис. 5.26 с изображением заклепок центровыми осевыми линиями, крестами произвольного размера. На заклепки действуют стандарты ГОСТ 10299—80, 10300—80 и др.

5.7. Конструкторская документация упаковки

В спецификацию изделия в раздел «Комплекты» включают документацию на упаковку. Соответствующие понятия и термины устанавливают ГОСТ 17527—72 (СТ СЭВ 4174—83 и 4823—84) и ГОСТ 20071—74 (СТ СЭВ 4174—73). Систему размеров дает ГОСТ 21140—75 (СТ СЭВ 227—75). Он устанавливает единую систему размеров исходя из модуля 800 × 1200. Исходными при выборе тары являются внутренние размеры. Стандарт содержит таблицы внутренних и наружных размеров с размерными рядами транспортной прямоугольной тары и сочетания размеров (длины, ширины и высоты тары), размеры транспортной тары круглого сечения, размеры потребительской тары прямоугольного и круглого сечений, схемы укладки потребительской тары в ящики. Типы, основные параметры и размеры устанавливают: для производственной тары — ГОСТ 14861—86, для потребительской — ГОСТ 20185—74, для изделий радиотехники и связи—ГОСТ 24358—82, ГОСТ 9142—84 «Ящики из гофрированного картона». ГОСТ 22752—84 «Тара производственная пластмассовая. Типы, основные параметры и размеры» распространяется на пластмассовую унифицированную производственную тару массой брутто до 50 кг, предназначенную для внутри- и межзаводского перемещения и складирования грузов в машино- и приборостроительной промышленности. Тара изготавливается типов 1, 2, 3, 4: ящичная, ящичная с открытой стенкой, коническая, коническая с открытой стенкой.

Пример условного обозначения: тара типа 1 с размерами $L = 200$ мм, $B = 150$ мм, $H = 63$ мм: Тара 1 — 20 — 15 — 6,3 ГОСТ 22752—84.

ГОСТ 24385—80 «Изделия электронной техники. Правила маркировки тары» устанавливает: маркировка должна наноситься непосредственно на тару или на бандероль, которой оклеивается тара, или на ярлык, приклеенный к таре, типографским или литографским способом либо с помощью штампера.

На потребительскую индивидуальную тару наносят данные:

товарный знак или код изделия;

наименование и обозначение типа (типоминала) изделия, месяц и год изготовления изделия;

государственный знак качества (если изделию присвоена высшая категория);

розничную цену изделия (если оно поставляется в торговую сеть);

штамп — номер упаковщика;

штамп службы технического контроля;

штамп представителя заказчика (если он принимает изделие).

Действует ГОСТ 23088—80 «Изделия электронной техники. Требования к упаковке, транспортированию и методу испытаний». Упаковка должна обеспечивать защиту изделий от внешних воздействующих факторов при транспортировании в соответствии с требованиями, указанными

ными в данном ГОСТе, а также при хранении в течение сроков сохранения в условиях, установленных в стандартах и ТУ на изделия конкретных классов, типов. Используется также ОСТ 11 417.000—77 «Изделия электронной техники. Тара негерметичная межоперационная технологическая общего назначения. Конструкция и основные размеры». Он устанавливает конструкцию и основные размеры следующих типов негерметичной тары: ТОН-01, ТОН-02, ТОН-03, ТОН-04.

ОСТ 4 ГО. 417.210—84 «Тара унифицированная производственная. Типы и основные размеры» распространяется на универсальную тару, предназначенную для укладки заготовок, полуфабрикатов, комплектов изделий и деталей без изоляции их между собой, в первичной упаковке, со съемной оснасткой для фиксированной укладки, их накопления, хранения, складирования, внутрицехового и межцехового транспортирования. Не распространяется на специальную производственную тару, предназначенную для отдельных грузов и определенных условий эксплуатации. Стандарт устанавливает типы, основные параметры и размеры универсальной производственной тары по типоразмерам.

Пример условного обозначения пластмассового ящика типа 4П, исполнение 1 с размерами $200 \times 150 \times 125$ мм, массой вмещаемого груза 8 кг: Ящик 4П — 1—20 — 15 — 12,5 — 0,008 ОСТ 4 ГО. 417.210—84.

Различные виды тары образуют группы.

Упаковка — средство или комплекс средств, обеспечивающих защиту продукции от повреждений, потерь и от воздействия ее на окружающую среду, а также обеспечивающих процесс обращения продукции.

Тара — основной элемент упаковки, изделие для размещения продукции. При применении многооборотной или возвратной тары в спецификации в графе «Примечание» помещают соответствующую запись: «Многооборотная» или «Возвратная».

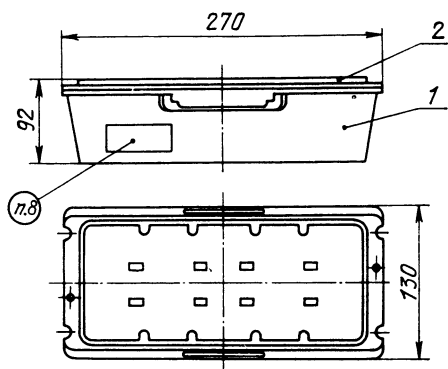
Вспомогательное упаковочное средство — элемент упаковки, который в комплексе с тарой или без нее выполняет функцию упаковки.

Сборочные чертежи тары выполняются согласно ГОСТ 2.109—73 и ГОСТ 2.418—77 (СТ СЭВ 1183—78) с возможным применением аксонометрии (ГОСТ 2.317—69, СТ СЭВ 1979 — 79). По мере надобности на чертеже пишут указания, например: «*Крышку поз . . . установить при упаковке изделия*». В случаях, когда тару собирают только при упаковке изделия, обычно выполняют габаритный чертеж тары с надлежащими указаниями.

На сборочном чертеже тары, как правило, указывают внутренние размеры тары, а в технических требованиях записывают: «*Масса груза не более ... кг*». В случае надобности записывают указания о надписях, знаках и др.

Пример сборочного чертежа тары дан на рис. 5.27. Межоперационная технологическая тара ТОН-02-00 служит для межоперационного транспортирования и хранения продукции, а также защищает ее от повреждений и загрязнений. В обозначении «Т» — тара, «ОН» — общего назначения, негерметичная, «02» — порядковый номер тары, «00» —

90***XXXXXXJVDV



1. Изготавливается тара из ударопрочного полистирола марок УПМ-0612П и УПМ-0508 по ОСТ 6-05-406-80.
2. Емкость — $0,8 \text{ дм}^3$, грузоподъемность — 6 кг, масса — 0,14 кг.
3. Тара не должна иметь вмятин, сколов, трещин, надрывов, отслаиваний, пузырьков.
4. Острые кромки тары должны быть притуплены, облой и литинки удалены и зачищены, фаски от зачистки облоя на краях тары не превышают $1,5 \times 1,5 \text{ мм}$.
5. Шероховатость поверхности тары должна быть не ниже $\sqrt{2,5}$ по ГОСТ 2789-73.
6. Тара должна быть устойчива на горизонтальной плоскости.
7. Контроль тары проводить в нормальных климатических условиях, установленных ГОСТ 15150-69.
8. Маркировать типоразмер тары ТОН-02-00 красной чм ТУ29-02-859-78, шрифт 5 по НО. 010. 007.

Рис. 5.27. Сборочный чертеж тары

— номер типоразмера. В ОСТ 11 417. 000—77 приведены типоразмеры данного вида тары, ее емкость в дм^3 , грузоподъемность и масса в кг.

Правила выполнения документации для упаковывания изделий приведены в ГОСТ 2.418—77 (СТ СЭВ 1183 —78).

Установлены три варианта выполнения документации для упаковывания: А, Б и В.

По варианту А (рис. 5.28, 5.29) указания об упаковывании изделия приводят в сборочном чертеже упаковки. На рис. 5.30 дана спецификация. Упаковка вносится в спецификацию упаковываемого изделия в раздел «Комплекты».

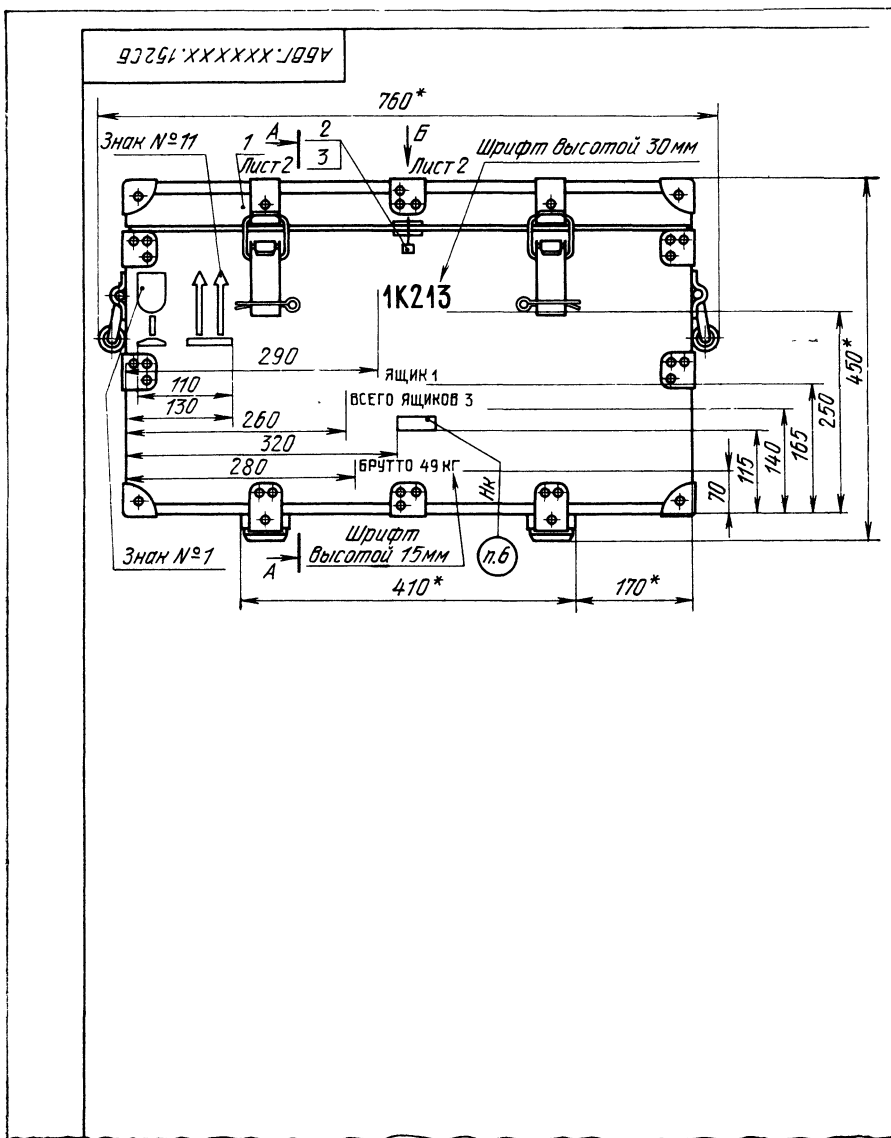
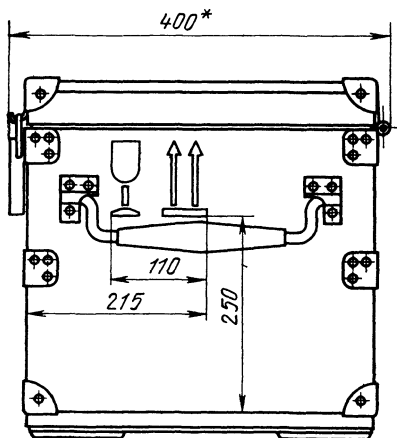


Рис. 5.28. Сборочный чертеж упаковки по варианту А, лист 1



Поряд- новый номер	Обозначение	Наименование	кол.	Приме- чание
1	АБВГ.ХХХХХХ.025	Прибор	1	
2	АБВГ.ХХХХХХ.028	Колпачок	2	
3		Лампа МН6,3-0,3		
4		ГОСТ 2204-80	5	
		Предохранитель		
		ПК-30-1		
		АГО.481.50174	5	
5	АБВГ.ХХХХХХ.003	Стенло	2	
6	АБВГ.ХХХХХХ.005	Кабель №2	1	
7	АБВГ.ХХХХХХ.007	Кабель №1	1	
8	АБВГ.ХХХХХХ.008	Ключ	1	
9	АБВГ.ХХХХХХ.025	Прибор. Формуляр	1	

1.* Размеры для справок.

2. Неуказанные предельные отклонения размеров $\pm \frac{IT17}{2}$.

3. Знаки №1, №11 высотой 95 мм и надписи шрифтом по ГОСТ 14192-77 наносить эмалью ХВ-16, желтый, ТУБ 10-1301-83.

4. При установке прибора АБВГ.ХХХХХХ.025 в ящик поз.1 снять опоры АБВГ.ХХХХХХ.051 и закрепить их к угольнику АБВГ.ХХХХХХ.071 гайками М6-6г5.016 ГОСТ 5915-70.

Прибор АБВГ.ХХХХХХ.025 закрепить к подвеске АБВГ.ХХХХХХ.006 болтами М6-6е×45.58.019 ГОСТ 7798-70.

Болты и гайки ставить на грунтровке АК-070 ОСТ6-10-401-76 по ...

5. На дно ячеек ящика АБВГ.ХХХХХХ.034 положить слой ваты х/б мебельной ГОСТ 5679-74 толщиной 10 мм, каждую лампу, предохранитель, колпачок и стекло перед чунпайкой обернуть одним слоем картона гофрированного Д ГОСТ 7376-84.

Свободные места заполнить ватой.

6. Маркировать по ... эмалью ХВ-16, желтый, шрифтом высотой 15 мм по ГОСТ 14192-77.

Заводской номер должен соответствовать заводскому номеру прибора АБВГ.ХХХХХХ.025.

7. Пломбировать по ГОСТ 18677-73 и ГОСТ 18680-73.

8. Остальные ТТ по ...

Формат	Зона	Пор.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
*			АБВГ.ХХХХХХ.152СБ	Сборочный чертеж Сборочные единицы		*1 А2, А1
А4		1	АБВГ.ХХХХХХ.011	Ящик Стандартные изделия	1	
		2		Пломба 1-6×8-АД1М-10 ГОСТ 18677-73 Материалы	1	
		3		Проволока КО 0,5 ГОСТ 792-67	0,1	м

				АБВГ.ХХХХХХ.152		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Разраб.					Лит.	Лист
Пров.					01	1
Т.контр.					Упаковка	
Н.контр.						
Чтб.						

Рис. 5.30. Спецификация упаковки по варианту А

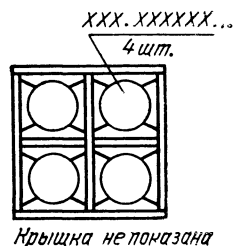


Рис. 5.31. Обозначение одинаковых изделий

На сборочном чертеже упаковываемое изделие изображают тонкими сплошными линиями (s/3... s/2) как «обстановку» (ГОСТ 2.109—73) (СТ СЭВ 858—78, 1182—78, 4769—84, 5045—85). Установлены два способа нанесения на чертеже обозначения или наименования упаковываемого изделия. По первому способу обозначение или наименование изделия и количество одинаковых изделий наносят на полке линии-выноски и под ней (рис. 5.31). По второму на изображении упаковываемых изделий или при недостатке места у концов линий-выносок, проведенных от этих изображений, ставят порядковые номера, начиная с единицы. Располагают порядковые номера, как правило, сверху в направлении слева направо (см. рис. 5.29). Размер шрифта порядковых номеров должен быть в 2 раза больше размера шрифта, которым на чертеже нанесены номера позиций составных частей упаковки.

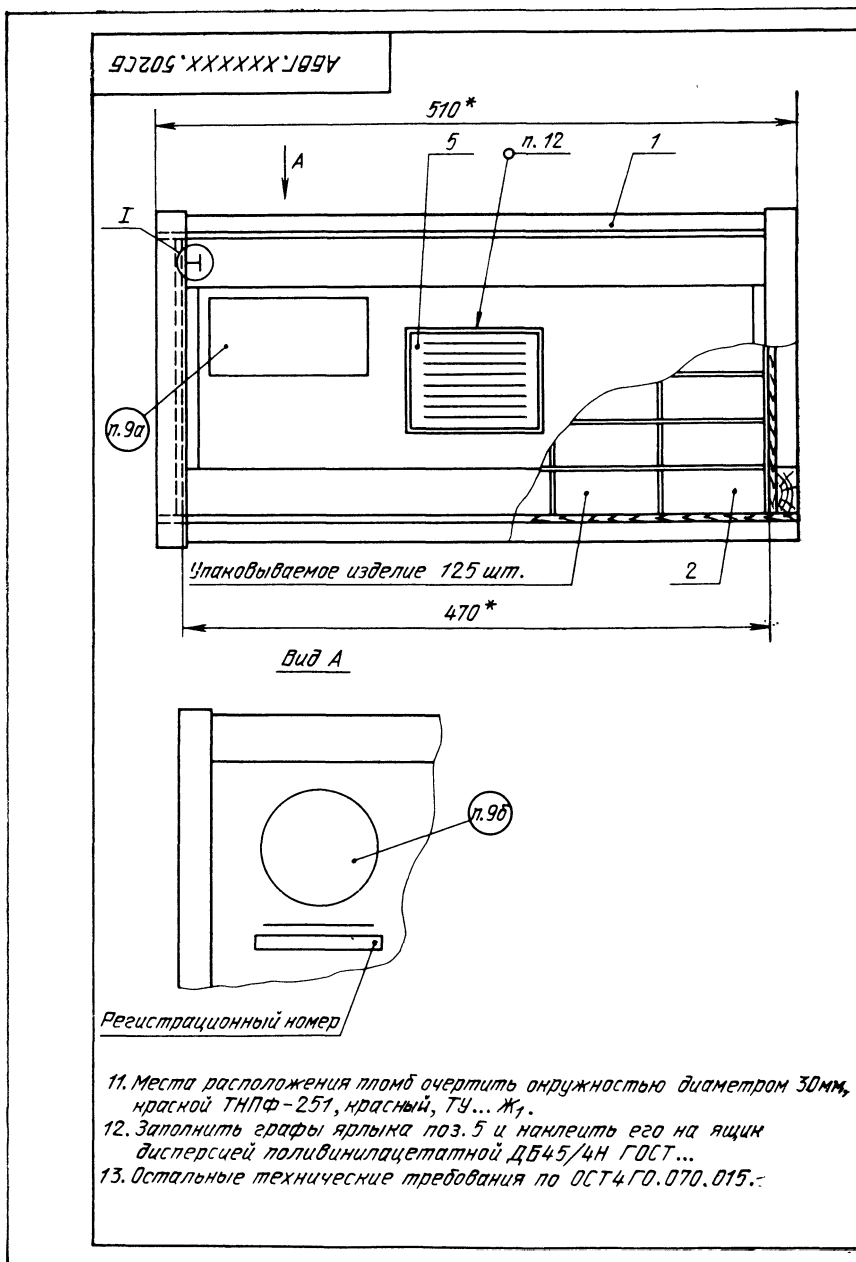
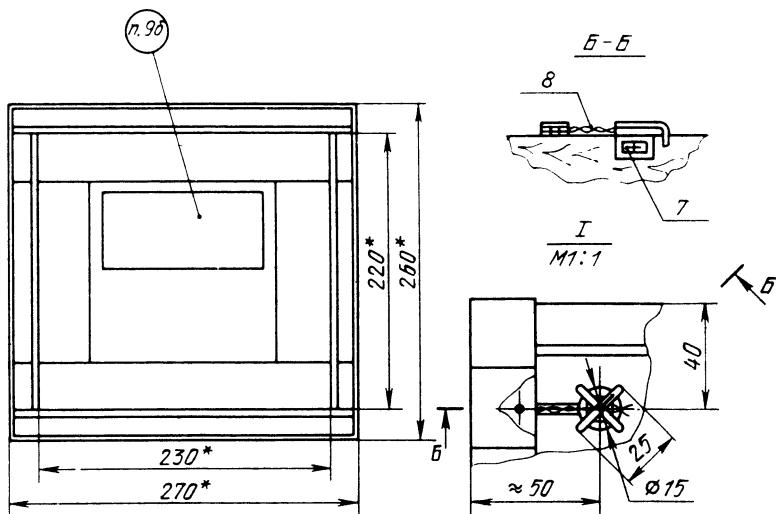


Рис. 5.32. Сборочный чертеж упаковки по варианту Б



1. Нонсервацию и упаковывание производить по ОСТ...
2. Изделие обернуть бумагой поз.11 и уложить в коробку поз.2.
3. В этикетке поз.4 заполнить шифр изделия, дату, номер упаковочника и клеймо ОТК.
4. Этикетку поз.4 приклеить дисперсией поливинилацетатной ДБ45/4Н ГОСТ..., обернув коробку поз.2 и закрепив ее крышку.
5. Ящик поз.1 внутри выложить бумагой поз.10.
6. Между слоями коробок с изделиями, на дно ящика и под крышку положить прокладки поз.3.
7. Свободное пространство в ящике заполнить картоном поз.12.
- 8.* Размеры для справок.
9. Маркировать по ОСТ... краской ТНПФ-53, черной, ТУ... :
 а) знаки ОХ-1, ВНК-1, БС-1;
 б) знак ОП-2.
10. Пломбировать по ГОСТ...

					АБВГ.ХХХХХ.502СБ							
Имя	Мал.	№ докум.	Подп.	Дата	Упаковна Сборочный чертёж			Лит.	Масса	Масшт.		
Разраб.								0	5,8	1:4		
Провер.								Лист		Листов 1		
Технал.												
Н. контр.												
Утверд.												

На чертеже помещают перечень упаковываемых изделий, в котором указывают порядковые номера, обозначения или наименования изделий и их количество в упаковке.

По варианту Б выполняют два чертежа — сборочный чертеж упаковки (рис. 5.32, 5.33) и отдельно упаковочный чертеж (рис. 5.34, 5.35). В упаковочном чертеже приводят указания об упаковывании изделия. Упаковочному чертежу присваивают обозначение упаковываемого изделия с добавлением шифра «УЧ» (ГОСТ 2.102—68). В графе «1» основной надписи по форме 1 (ГОСТ 2.104—68) после наименования упаковываемого изделия указывают наименование документа — «Упаковочный чертеж». На упаковочном чертеже изображают сплошными толстыми основными линиями (s) составные части упаковки, сплошными тонкими линиями ($s/3 \dots s/2$) — упаковываемое изделие; наносят номера позиций составных частей упаковки согласно спецификации; в технических требованиях записывают ссылку на спецификацию упаковки по типу: «Упаковка — ХХХХ.ХХХХХХ ...».

Упаковочный чертеж вносят в спецификацию упаковываемого изделия в раздел «Документация» после всех чертежей.

По варианту В указания об упаковывании изделия приводят в сборочном чертеже сборочной единицы «Изделие в упаковке». Спецификация сборочной единицы выполняется как спецификация упаковки с внесением в нее упаковываемого изделия с обозначением своего основного конструкторского документа. Это характерно для упаковки деталей, не входящих в какое-либо специфицируемое изделие.

Если совместно упаковывают в одну упаковку несколько одинаковых изделий, содержащих спецификацию, документацию следует выполнять по типу А или Б. Количество упаковываемых изделий в спецификацию записывают в виде дроби, например $1/4$, где числитель 1 — количество упаковок, знаменатель 4 — количество изделий.

Если совместно упаковывают несколько различных изделий, то упаковку записывают в спецификацию каждого из них с указанием количества изделий в знаменателе дроби. После наименования упаковки пишут: «(Совместно с ХХХХ.ХХХХХХ..., — шт.. ХХХХ.ХХХХХХ ..., — шт.)».

При выполнении документации по варианту В все совместно упаковываемые изделия перечисляют в спецификации сборочной единицы «Изделие в упаковке».

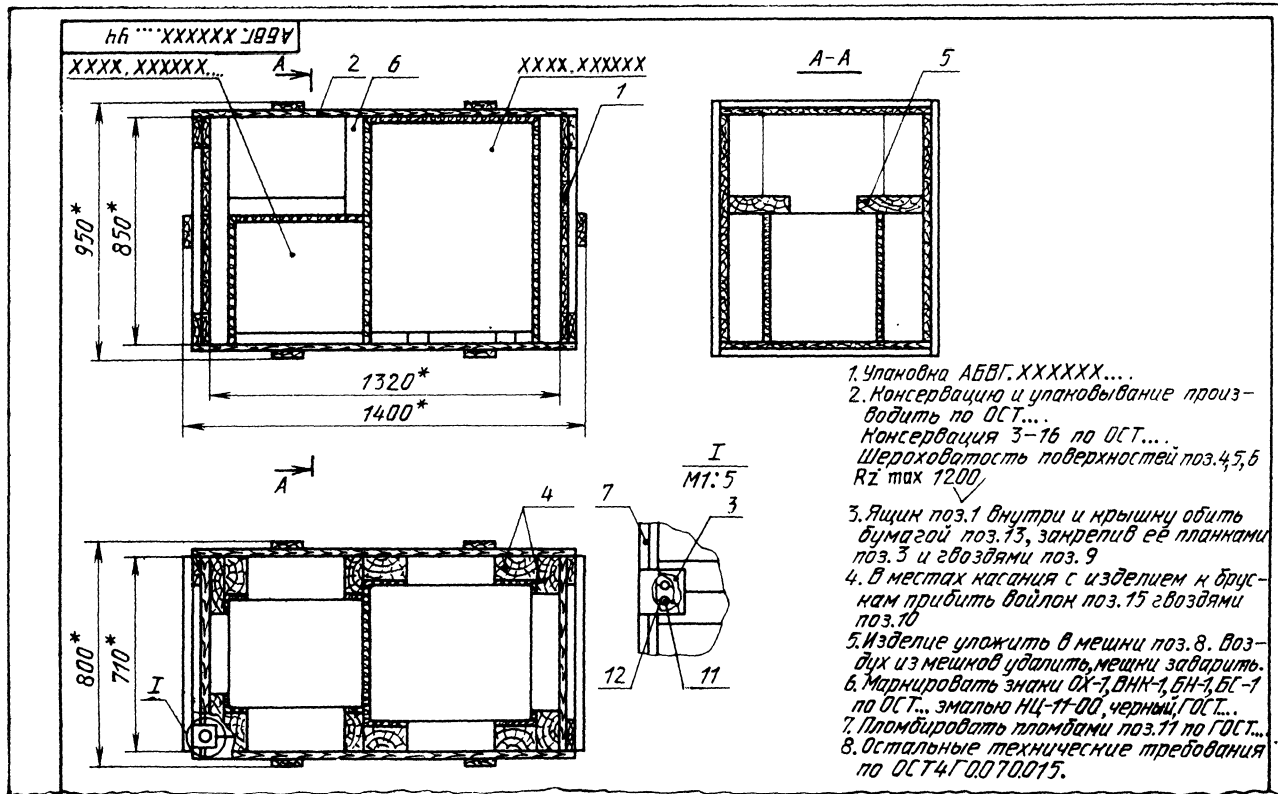
Если для данного изделия существуют различные упаковки (в зависимости от требований к упаковыванию и транспортированию), то на каждую из них выполняют соответствующие документы в зависимости от принятого варианта А, Б и В. Все спецификации упаковок и упаковочные чертежи вносят в спецификацию упаковываемого изделия, при этом в графе «Примечание» пишут: «*Вариант ...*».

Согласно ГОСТ 2.418—77 (СТ СЭВ 1183—78) на чертеже составной части тары, изготовляемой из листового материала, допускается помещать ее развертку. Линии сгиба на развертках следует изображать

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A2			АБВГ.ХХХХХХ.502СБ	Сборочный чертёж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
A4	1	XXXX.XXXXXX...		Ящик	1	
A4	2			Коробка	125	
				<u>Детали</u>		
A4	3	XXXX.XXXXXX...		Прокладка	6	
A4	4	XXXX.XXXXXX...		Этикетка	125	
	5	XXXX.XXXXXX...		Язык	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		7		Пломба 1-6-8-АД1М ГОСТ...	2	
				<u>Материалы:</u>		
				Проволока ГОСТ...		
		8		0,5-0-С	0,4	м
		9		1,6-0-С	0,08	м
		10		Бумага водонепроницаемая А гладкая 1с ГОСТ...	0,1	кг
		11		Бумага парафинированная ВП-5 рулон 750 ГОСТ...	0,5	кг
		12		Картон гофрированный Т лист 4 ГОСТ...	0,2	кг
АБВГ.ХХХХХХ.502						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.					Лит.	Лист
Проб.					01	1
Т. контр.						
И. контр.						
Утв.						
Упаковка						

Рис. 5.33. Спецификация упаковки по варианту Б

тонкой штрихпунктирной линией с двумя точками. Линии сгиба, предварительно обработанные тиснением, прорезями или перфорированные, обозначают условными знаками на полке линии-выноски (рис. 5.36, а). Если обработку сгибов производят с обратной стороны, то условный знак наносят под полкой линии-выноски (рис. 5.36, б). Изоляционные материалы, расположенные в упаковке слоями, следует изображать в сечении сплошной основной линией толщиной $2s$. На полке линии-выноски следует указать номера позиций или наименования этих материалов по очередности их расположения с внутренней стороны упаковки (рис. 5.36, в).



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Сборочные единицы</u>		
А4		1	АБВГ.ХХХХХХ. ...	Ящик	1	
				<u>Детали</u>		
А4		2	ХХХ.ХХХХХХ. ...	Крышка	2	
А4		3	ХХХ.ХХХХХХ. ...	Планка	48	
		4	ХХХ.ХХХХХХ. ...	Вкладыш		
				Брусак хвойных пород...	8	0,015 м ³
		5	ХХХ.ХХХХХХ. ...	Вкладыш		
				Брусак хвойных пород...	2	0,02 м ³
		6	ХХХ.ХХХХХХ. ...	Вкладыш		
				Брусак хвойных пород	4	0,03 м ³
А4		7	ХХХ.ХХХХХХ. ...	Вкладыш	2	
А4		8	ХХХ.ХХХХХХ. ...	Мешок	2	
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Гвозди ГОСТ...		
		9		№2,5×60	0,2	кг
		10		№1,2×25	0,3	кг
		11		Пломба Т-6×10, АД1М		
				ГОСТ...	4	
				<u>Материалы</u>		
		12		Проволока 0,8-0-С		
				ГОСТ...	5	г
		13		Бумага битумная Б		
				ГОСТ...	0,5	кг
		14		Картон гофрированный Т		
				лист 4		
				ГОСТ...	0,3	кг
		15		Войлок Т Пр 2,5		
				ГОСТ...	0,15	кг
				АБВГ.ХХХХХХ. ...		
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		
Разраб.					Лист	Листов
Пров.					0	1
Т.контр.					Упаковка	
И.контр.						
Угв.						

Рис. 5.35. Спецификация к упаковочному чертежу

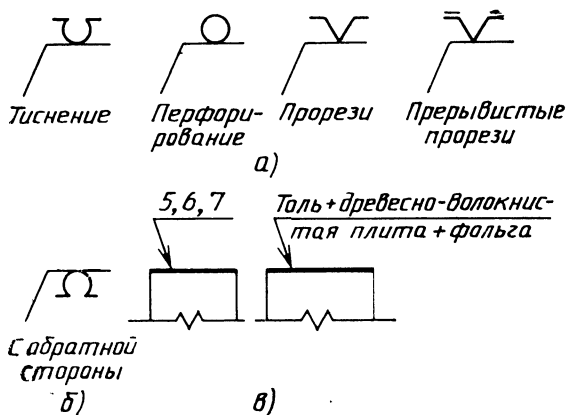


Рис. 5.36. Обозначения линий сгиба на развертках (а), то же с обратной стороны (б), изображение слоев изоляционных материалов в сечении (разрезе) (в)

Для изготовления упаковки служат различные материалы, в том числе древесные. Параметр шероховатости R_z при распиловке имеет значение 1000, при строгании 500 ... 200, при точении 320 ... 200, при сверлении и фрезеровании 800 ... 320, при шлифовании 100 ... 63.

Наружные поверхности досок для упаковочных ящиков должны быть обстроганы, ручки чисто проточены, подставки внутри ящиков чисто простроганы.

ГОСТ 14192—77 (СТ СЭВ 257—80 и 258—81) «Маркировка грузов» устанавливает общие правила маркировки. Транспортная маркировка должна содержать манипуляционные знаки (изображения, указывающие способы обращения с грузом: «Осторожно, хрупкое» (изображение бокала), «Бойтся сырости» (изображение зонтика), «Бойтся нагрева», «Бойтся излучения» и т. д. (всего 16 знаков), основные надписи, дополнительные и информационные надписи. Основные надписи должны содержать:

- полное или условное наименование грузополучателя;
- наименование пункта назначения;
- число грузовых мест и т. д.

Дополнительные надписи должны содержать:

- полное или условное наименование грузоотправителя;
- наименование пункта отправления и т. д.

Информационные надписи должны содержать: массы брутто и нетто, габаритные размеры и объем грузового места. В ГОСТе указаны место и способ нанесения транспортной маркировки, размеры надписей, шрифт для маркировки.

ОСТ 11 418.901—79 устанавливает конструкцию и размеры сопроводительной тары для бескорпусных диодов, транзисторов, диодных и транзисторных матриц. Условное обозначение тары состоит из букв: Т — тара, С — сопроводительная; цифры, определяющей порядковый номер тары, и при необходимости — букв а, б, указывающих вариант

исполнения тары. Стандарт содержит чертежи тары: ТС1, ТС1а, ТС1б, ТС2, ТС3, ТС4, ТС5. ОСТ 11 418. 005—82 включает типы и размеры картонной тары для изделий электронной техники: коробки типов I—1, I—2, I—3, I—12, II—2, III—1 по ГОСТ 12301—81, К—1 (с телескопической крышкой); пачки типов I—1, I—2, I—4, II—1, II—2, II—3, V—3, VI—3, VI—6, VI—7 по ГОСТ 12303—80, II—1 с четырехклапанной крышкой и вставным дном, II—2 с трехклапанным дном, крышкой и диагональной перегородкой, II—3 с гладким дном, перегородками и крышкой на шарнире.

5.8. Покрытия и термическая обработка. Маркирование и клеймение

Правила нанесения покрытий устанавливает ГОСТ 2.310—68 (СТ СЭВ 367—76). Поверхности детали, имеющие покрытия, обводятся штрихпунктирной утолщенной линией на расстоянии 0,8 ... 1 мм от контурной линии и обозначаются русской буквой. Сведения о покрытии приводятся в технических требованиях или на изображении.

Размеры и шероховатость обработанных поверхностей деталей представляют на чертеже без учета покрытий. Если необходимо указать эти данные после покрытия, их отмечают звездочкой и в технических требованиях пишут: «Размеры и шероховатость поверхности—после покрытия».

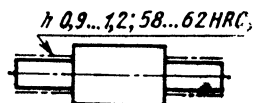
Физико-механические свойства материалов, которые получают при изготовлении изделия, указывают в технических требованиях чертежа. Если отдельные части поверхности не подвергаются общей обработке (например, термической), это оговаривают: «40 ... 45 HRC_з, кроме поверхности А».

Можно делать указание термической или другой обработки на изображении (рис. 5.37) надписью на линии-выноске, идущей от утолщенной штрихпунктирной линии. При симметрии обработанных участков линию-выноску проводят от одного из них. Буква *h* обозначает здесь глубину обработки. Величины при необходимости можно указывать с допуском, например: $h\ 0,9 \pm 0,1$; $58 \pm 3\ HRC_{з}$.

ГОСТ 9.306-85 устанавливает порядок обозначения покрытия в технической документации:

- способ обработки основного металла (при необходимости);
- способ получения покрытия;
- материал покрытия;
- толщина покрытия;
- электролит (раствор), из которого требуется получить покрытие (при необходимости);

Рис. 5.37. Обозначение термообработки



функциональные или декоративные свойства покрытия (при необходимости);

дополнительная обработка (при необходимости).

В обозначении покрытия не обязательно наличие всех перечисленных составляющих. При необходимости в обозначении покрытия указывают интервал толщин через дефис.

В обозначении покрытия допускается указывать способ получения, материал и толщину покрытия, причем остальные составляющие условного обозначения указывают в технических требованиях чертежа. Толщину покрытия, равную или менее 1 мкм, не указывают, если нет технической необходимости (за исключением драгоценных металлов). Допускается не указывать покрытия, используемые в качестве технологических (например, цинковое при цинкатной обработке алюминия и его сплавов, никелевое на коррозионно-стойкой стали).

Если покрытие подвергается нескольким видам дополнительной обработки, их указывают в технологической последовательности.

Запись обозначения покрытия производят в строчку. Все составляющие отделяют друг от друга точками, за исключением материала покрытия и толщины. Обозначение способа получения и материал покрытия следует писать с прописной буквы, остальных составляющих — со строчных.

Справочное приложение в ГОСТ 9.306—85 содержит большое число примеров записи обозначений покрытий, например:

Ц. хр. бцв — цинковое с бесцветным хромированием;

М9.Н12 — медно-никелевое с подслоем меди толщиной 9 мкм и никеля толщиной 12 мкм;

Гор. О — горячее оловянное;

М.Н. Х.б — медно-никелево-хромовое блестящее;

Ан. Окс — анодно-оксидное;

Хим. Окс. э. бесцветное — химическое оксидное электропроводное бесцветное.

Условные обозначения **лакокрасочных покрытий** (ГОСТ 9.032—74) состоят из трех групп знаков, разделяемых точками. Перед обозначением пишут: «покрытие», «покрытие мест паек» и т. д. В первую группу знаков входят: обозначение лакокрасочного покрытия по ГОСТ 9825—73, при необходимости — предварительно наименования грунта, шпатлевки и т. д. с указанием числа слоев.

Вторую группу знаков образуют классы покрытия: I—VII.

Третью группу знаков образует обозначение условий эксплуатации в части воздействия климатических факторов — по ГОСТ 9.104—79, в части воздействия особых сред — по ГОСТ 9.032—74.

Если лакокрасочному покрытию предшествует металлическое или неметаллическое неорганическое покрытие, обозначение пишут в виде дроби, например: Кдб/Эмаль ВЛ-515 красно-коричневая. III.6/2, где Кдб — кадмиевое покрытие толщиной 6 мкм; III — третий класс, 6/2 — для эксплуатации покрытия при воздействии нефтепродуктов.

ГОСТ 9.032—74 содержит требования к покрытиям, к окрашиваемым металлическим поверхностям, к шероховатости загрунтованной или зашпатлеванной поверхности, к блеску покрытий.

При обозначении влагозащитного покрытия печатных плат, ячеек, гибких кабелей и блоков после указания условий эксплуатации вводится запись количества слоев лакокрасочного покрытия, отделяемая точкой. Состав и способ приготовления лакокрасочных материалов, не выпускаемых промышленностью, указаны в ОСТ 4. ГО. 054. 205.

Обозначениям покрытий соответствуют определенные требования к ним, например: Покрытие эмаль ЭП-140 серая. III. VI — серое эмалевое (эмаль ЭП-140) покрытие по III классу, эксплуатирующееся на открытом воздухе умеренного макроклиматического пояса.

ОСТ 4 ГО. 014. 202 включает большой перечень лакокрасочных материалов, разрешенных к применению, например: Грунтовка АК-070, ОСТ 6-10-401—76; Лак АК-113, АК-113 ф, ГОСТ 23832—79; Краска БКС, ОСТ 4 ГО. 054.205; Эмаль ЭП-274, ТУ 6-10-1039—77. Стандарт содержит таблицы с характеристиками лакокрасочных покрытий и условиями их эксплуатации.

Лакокрасочные покрытия на лицевой поверхности панелей и планок с надписями выбираются в соответствии с ГОСТ 23852—79 «Покрытия лакокрасочные. Общие требования к выбору по декоративным свойствам».

Маркирование и клеймение. Правила нанесения на чертежах изделий указаний о маркировании и клеймении устанавливает ГОСТ 2.316—68 (СТ СЭВ 648—77). Под маркированием понимают нанесение знаков, характеризующих изделие, — обозначение, шрифт и др. Клеймение — нанесение знаков, удостоверяющих качество. Соответствующие указания помещают в технических требованиях чертежа, начиная их словами: «Маркировать ...» или «Клеймить ...». При этом должны быть определены:

содержание маркировки (допускается применение сокращений): Ш — индекс изделия; Т — товарный знак; Ц — цена изделия; Н — заводской номер изделия);

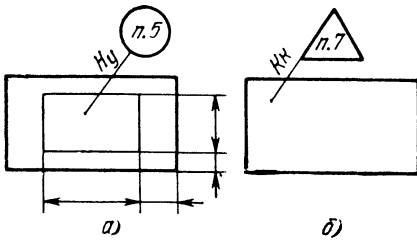
содержание клейма (с возможными сокращениями: И — испытания (контроль): механические, гидравлические, на твердость; К — окончательная приемка;

место нанесения;

способ нанесения и размер шрифта (по мере надобности), причем рекомендуются обозначения строчными буквами: г — гравирование, у — ударный, т — травление, к — окраска, л — литье (штамповка).

На изображении маркирование обозначают согласно рис. 5.38, а линией-выноской с точкой и соответствующим условным обозначением маркирования. Линия оканчивается окружностью диаметром 1015 мм, содержащей номер соответствующего пункта технических требований. По мере надобности тонкой линией показывают границы участка для маркирования или клеймения. Клеймение (рис. 5.38, б)

Рис. 5.38. Знаки маркировки (а) и клеймения (б)



обозначают на изображении аналогично, но с равносторонним треугольником высотой 10 ... 15 мм.

ГОСТ 25486—82 (СТ СЭВ 2745—80) дает подробные указания по маркировке изделий электронной техники. Он содержит общие требования, требования к содержанию маркировки, качеству, безопасности и методы контроля качества маркировки.

Глава 6.

Чертежи изделий с электромонтажом

6.1. Изделия с электрическими обмотками

Стандарт ГОСТ 2.415—68 (СТ СЭВ 1184—78) устанавливает правила выполнения чертежей изделий с электрическими обмотками: трансформаторов, катушек индуктивностей и др. На рис. 6.1, 6.2 показаны условные изображения обмоток в поперечном и продольном разрезах. Изоляцию в разрезах (рис. 6.3) штрихуют как неметаллические материалы. Если толщина изоляции на чертеже меньше 2 мм, ее зачерняют.

При оформлении рабочих чертежей изделий на электрические обмотки (рис. 6.4, 6.5) все сведения об обмотках, изоляции и их расположении (число слоев и витков, данные для намотки и контроля, номера

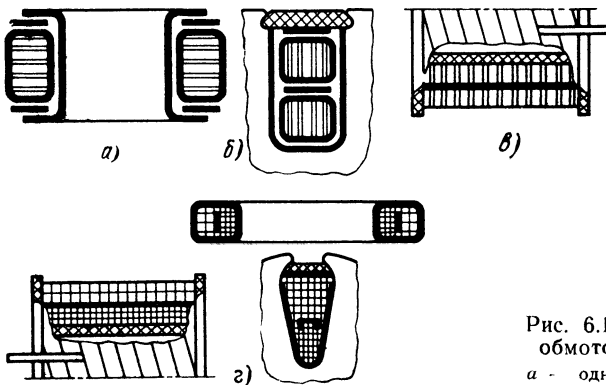


Рис. 6.1. Условное изображение обмоток в поперечном разрезе:

а - одновитковой; б - двухвитковой;
в -- стержневой; г - многослойной

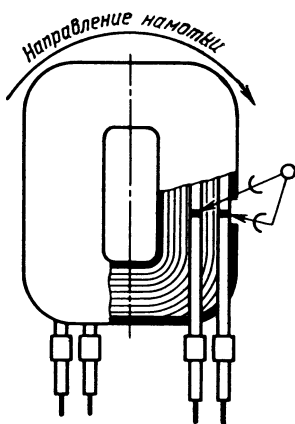


Рис. 6.2. Условное изображение обмоток в продольном разрезе



Рис. 6.3. Условное изображение изоляции в разрезе

выводов, электрические параметры, сведения о пропитке, пайке, покрытиях и др.) помещают либо в технических требованиях чертежа, либо в соответствующих таблицах, либо на полках линий-выносок непосредственно у изображения. На сборочных чертежах изделий с обмотками (рис. 6.4, 6.5) помещают также схему обмотки.

6.2. Чертежи печатных плат. Печатная плата (деталь)

Термины по печатным платам (ПП) и узлам, содержащим печатную плату с навесными элементами, приведены в ГОСТ 20406—75 (СТ СЭВ 785—77). Методы конструирования и расчета содержит ОСТ 4.010.022—85, общие технические условия приведены в ГОСТ 23752—79 (СТ СЭВ 2742—80, 2743—80). Печатные платы делятся на односторонние (ОПП), двусторонние (ДПП), многослойные (МПП) на жестком и гибком диэлектрическом основании. Применяются также гибкие печатные кабели (ГПК).

Односторонние ПП (рис 6.6.) характеризуются: повышенной точностью выполнения проводящего рисунка; отсутствием металлизированных отверстий; установкой изделий электронной техники (ИЭТ) на поверхность ПП со стороны, противоположной стороне пайки, без дополнительного изоляционного покрытия; низкой стоимостью.

Двусторонние ПП (рис. 6.7) без металлизации монтажных и переходных отверстий (рис. 6.7, а) характеризуются: высокой точностью выполнения проводящего рисунка, использованием объемных металлических элементов конструкции (штыри, отрезки проволоки, арматура переходов и т. п.) для соединения элементов проводящего рисунка, расположенных на противоположных сторонах печатной платы; низкой стоимостью.

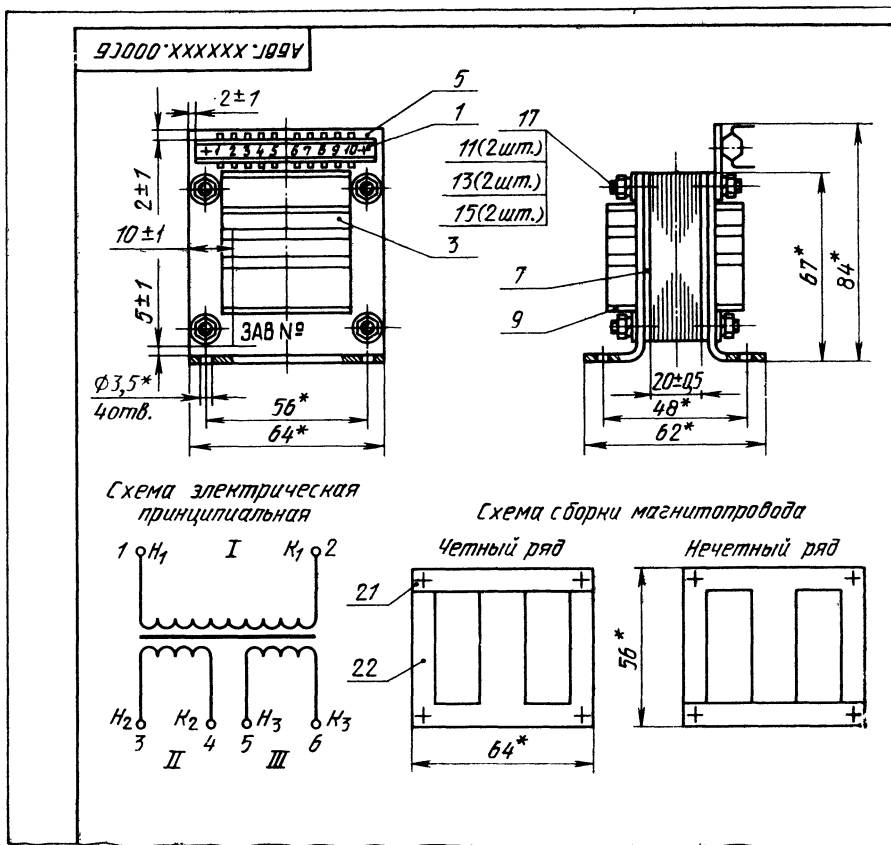


Рис. 6.4. Сборочный чертеж трансформатора

Двусторонние ПП с металлизированными монтажными и переходными отверстиями (рис. 6.7, б) характеризуются: широкими коммутационными возможностями; повышенной прочностью сцепления выводов навесных ИЭТ с проводящим рисунком платы; повышенной стоимостью по сравнению с ПП без гальванического соединения слоев.

Многослойные ПП с металлизацией сквозных отверстий (ОСТ 4.010.022—85) (рис. 6.8) характеризуются: хорошими коммутационными свойствами; наличием межслойных соединений, осуществляемых с помощью сквозных металлизированных отверстий, а также, в особых случаях, с помощью переходных отверстий, соединяющих только внутренние слои; предпочтительным использованием одностороннего фольгированного диэлектрика для наружных и двустороннего — для внутренних слоев; обязательным наличием контактных площадок на любом проводящем слое, имеющим электрическое соединение с переходными

Электрические параметры трансформатора								
Номер обмотки	Номер выводов	Номинальный напряж., В, ± 5%	Номинальный ток, А	Напряж. холостого хода, В, ± 3%	Ток холостого хода, А	Номинальная мощн., Вт	Частота тока, Гц	Режим работы
I	1-2	60	0,25	62	≤ 0,02	15	50	Длительный
II	3-4	30	0,25	31	—			
III	5-6	30	0,25	31	—			

1.* Размеры для справок.

2. Шпильки поз. 17 обернуть бумагой поз. 23 на клее БФ-4 ГОСТ 12172-74 до диаметра 3,5 мм.

3. Плату поз. 1 ставить на клей Д9 по ОСТ 11 054.141-74.

4. Торцы магнитопровода покрыть эмалью НЦ-132, черный, ГОСТ 6631-74.

5. Провода паять ПОС61 ГОСТ 21931-76. Выводы условно не показаны.

Паять соответственно на плату поз. 1: вывод 1 на 1 и т.д.

6. Маркировать краской БМ, белый, на темном фоне; ЧМ, черный, на светлом фоне, ТУ29-02-859-78. Децимальный и зав. № — шрифтом 4, остальное — шрифтом 3 по НО. 010.007.

7. Испытательное напряжение изоляции между корпусом и обмоткой:

I-1000 В, II-1000 В, III-1000 В; между обмотками:

I - II-1000 В, II-III-1000 В.

8. Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и корпусом не менее 100 МОм.

Измерять мегометром с выходным напряжением 500 В.

отверстиями; низкой ремонтпригодностью; высокой помехозащищенностью электрических цепей; высокой стоимостью конструкции.

Гибкий печатный кабель (рис. 6.9) характеризуется: высокой гибкостью; малыми толщинами; возможностью подключения к ПП без использования соединителей; использованием одно- и двусторонних тонких фольгированных диэлектриков на лавсановой и полиамидной основах; одно- и двурядным расположением лепестков; возможностью автоматизации процессов изготовления.

Конструирование ПП и гибких печатных кабелей осуществляют ручным, полуавтоматизированным и автоматизированным методами.

При ручном методе размещение ИЭТ на ПП и трассировку печатных проводников осуществляет непосредственно конструктор. Данный метод обеспечивает оптимальное распределение проводящего рисунка.

УДК 621.372.01.01.01

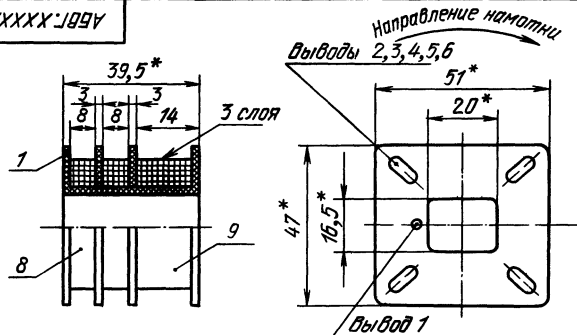
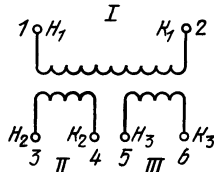


Схема обмотки



1.* Размеры для справок.

2. Перед намоткой каркас изолировать ланотканью поз. 14,15 в 2 слоя. Ланоткань клеить клеем БФ-4 ГОСТ 12172-74.

3. Намотку катушки производить согласно таблице. Изоляцию из бумаги поз. 8,9 клеить клеем БФ-4 ГОСТ 12172-74.

4. Вывода крепить нитками поз.12, места пайки изолировать ланотканью поз.14,15 в 2 слоя. На выводы надеть технологические бирки с номерами выводов.

5. Паять ПОС61 ГОСТ 21931-76.

6. Катушку пропитать лаком МЛ-92 ГОСТ 15865-70.

7. Сопротивление изоляции между обмотками не менее 100 МОм.

Измерять мегомметром с выходным напряжением 500В в течение 1 мин.

Данные обмотки

№ обмотки	Тип обмотки	Провод, обмотки			Число витков обмотки	Кол-во витков в ряду	Кол-во рядов	Выводы			Изоляция межвыводов		Высота обмотки, мм	Сопротивление		
		Поз.	Марка провода	Диаметр, мм				№ вывод	Поз.	Марка провода	Поз.	Марка		Кол-во слоев	№ вывод	Ωм ± 20%
I	Рядовая	6	ПЭВДБ	0,18	1670	61	25	1-2	4	МГФ-0,14	11	ЭН-50	1	8	1-2	≤ 5
II	многослойная		ПЭВДБ	0,18	835	35	22	3-4			10			7,5	3-4	≤ 2,5
III			ПЭВДБ	0,18	835	35	22	5-6			10			7,5	5-6	≤ 2,5

Рис. 6.5. Сборочный чертеж катушки

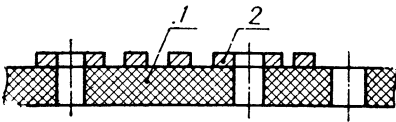


Рис. 6.6. Односторонняя печатная плата:

1 — материал основания; 2 — проводящий рисунок

Рис. 6.7. Двусторонняя печатная плата:

а — без металлизации отверстий; б — с металлизацией отверстий; 1 — материал основания; 2 — проводящий рисунок; 3 — металлизированное отверстие; 4 — химико-технологическое покрытие

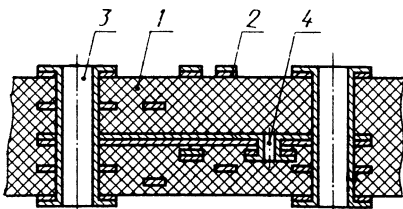
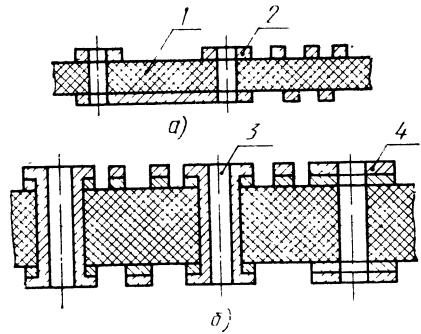


Рис. 6.8. Многослойная печатная плата:

1 — материал основания; 2 — проводящий рисунок; 3 — сквозное металлизированное отверстие; 4 — переходное отверстие

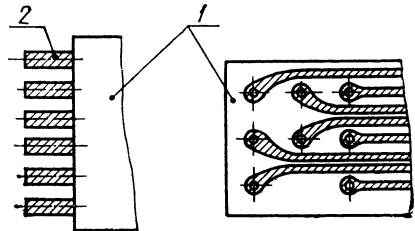


Рис. 6.9. Гибкий печатный кабель.

1 — материал основания; 2 — концевой контакт

Полуавтоматизированный метод предусматривает: размещение на весных ИЭТ с помощью ЭВМ при ручной трассировке печатных проводников; ручное размещение ИЭТ при автоматизированной трассировке печатных проводников; ручное размещение ИЭТ при ручной трассировке печатных проводников с автоматизированным переносом рисунка на машинные носители. Метод обеспечивает высокую производительность труда.

Автоматизированный метод предусматривает: кодирование исходных данных; размещение навесных элементов; трассировку печатных проводников с помощью ЭВМ. Допускается доработка отдельных соединений вручную. Метод обеспечивает высокую производительность труда.

Согласно ГОСТ 10317—79 «Платы печатные. Основные размеры» размеры каждой стороны ПП должны быть кратными:

2,5 при длине до 100 мм;

5,0 —»— 350 мм;

10,0 —»— более 350 мм.

Таблица 6.1

Линейные размеры, мм, ОПП, ДПП и МПП на жестком основании

Ширина	Длина	Ширина	Длина	Ширина	Длина	Ширина	Длина	Ширина	Длина				
22,5	60	60	60	90	(90)	120	140	170	170				
30	40		(75)		100		(160)		200				
	55		80		110		180		240				
	60		90		120		200		250				
	(90)		(100)		130		220		270				
					150		240		280				
35	100		120		160		280		300				
40	(40)		62,5		125		(180)		200	130	150	185	205
											170		270
	50		65		90		100		100	110	140	200	220
	(80)	100		150		240							
	(120)	(70)		160		220		320					
50	(50)	70	(90)	100	(170)	150	240	240	300				
	60		110		180		320						
	(70)		120		200								
	75		(140)		105		125		170	Примечание. Размеры ПП без скобок являются предпочтительными.			
	80		150		110		130		(180)				
100	75	170	150	200	240	280							
80			80	110	(160)	160	200		240				
			90		(200)		240						
			100		260		320						
			(110)										
			120										
			140										
160													
200													
240													
85	150												

Максимальный размер любой из сторон должен быть не более 470 мм. Таблица 6.1 составлена согласно ОСТ 4.010.020—83, ограничивающего ГОСТ 10317—79. Допуски на линейные размеры платы должны соответствовать установленным стандартами ГОСТ 25346—82 и ГОСТ 25347—82 (СТ СЭВ 145—75 и СТ СЭВ 144—75). Соотношение линейных размеров сторон не более 3:1. Количество типоразмеров ПП в одном изделии следует ограничивать. Рекомендуется разрабатывать ПП прямоугольной формы. Стандарт ОСТ 4.070.010—78 «Платы пе-

Диаметры отверстий и контактных площадок, мм

Диаметр			Минимальное расстояние между центрами отверстий
вывода элемента	отверстия	контактной площадки	
0,4; 0,5	0,9	3,0	2,5
0,6; 0,7	1,1		
0,8; 0,9	1,3		
1,0; 1,1	1,5	3,0	3,75
1,2; 1,3; 1,4	1,8		
1,5; 1,6	2,0		
1,7; 1,8; 1,9	2,2	4,0	5,0

Примечания: 1. При любой установке элементов диаметры монтажных, переходных металлизированных и неметаллизированных отверстий следует выбирать из ряда: 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 2,0; 2,1; 2,2; 2,3; 2,4; 2,5; 2,6; 2,7; 2,8; 3,0. 2. Центры отверстий должны располагаться в узлах координатной сетки.

чатные под автоматическую установку элементов. Конструкция и основные размеры» содержит специальные указания для выбора диаметров отверстий и контактных площадок под выводы устанавливаемого элемента (табл. 6.2), а также другие сведения.

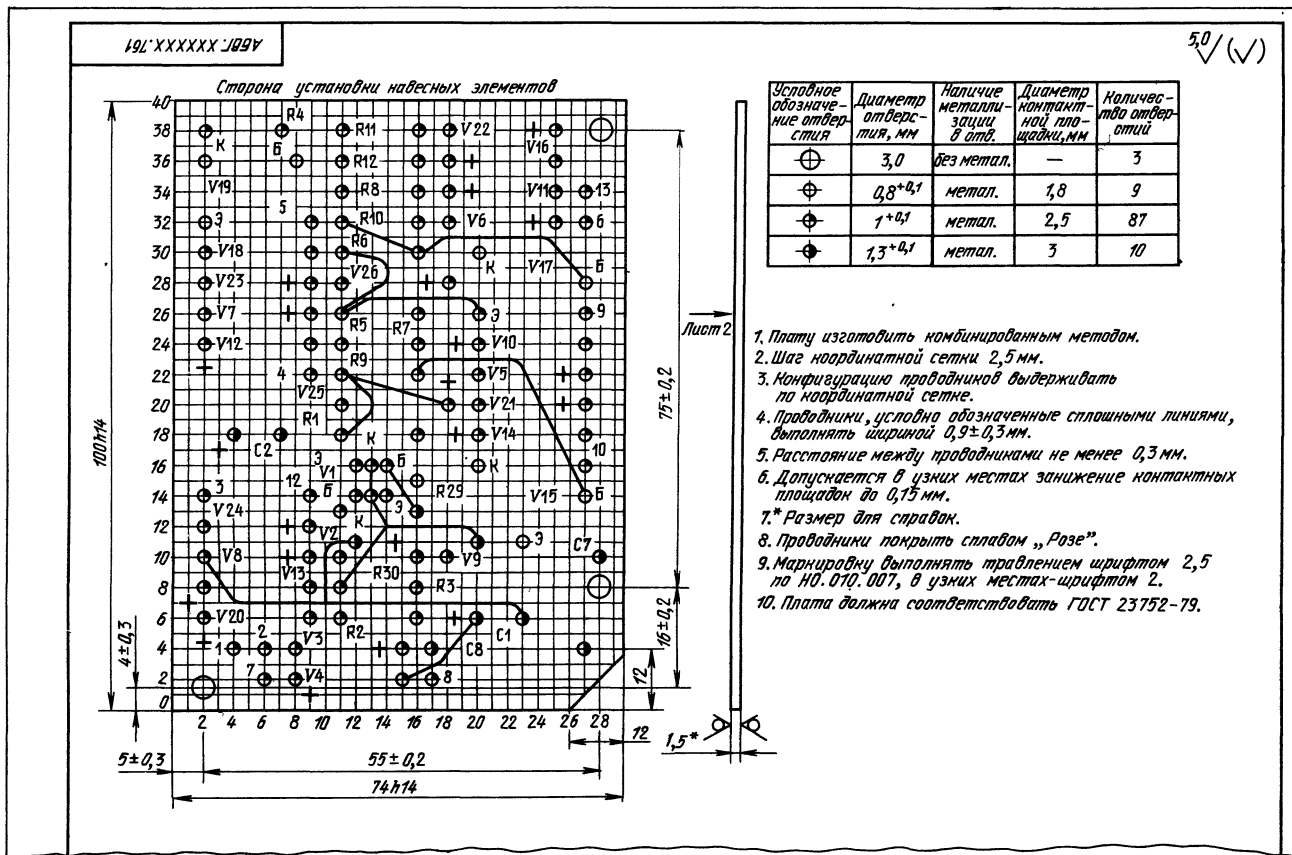
Стандарт ГОСТ 23751—86 устанавливает пять классов точности ПП и гибких печатных кабелей в соответствии со значениями основных параметров и предельных отклонений элементов конструкции (оснований ПП, проводников, контактных площадок, отверстий.) Область применения классов точности по ГОСТ 23751—86:

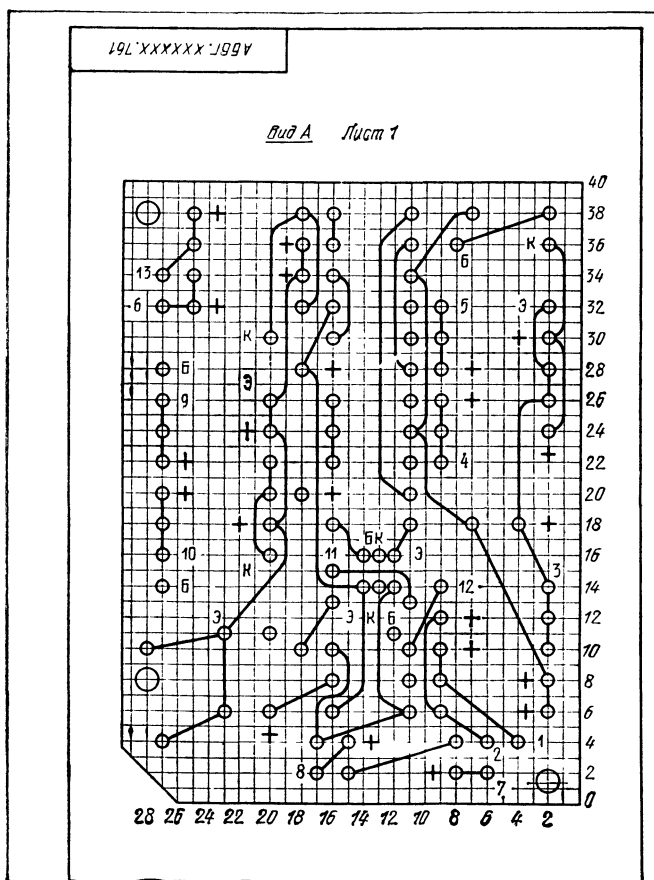
1, 2 — для ПП с дискретными ИЭТ при малой и средней насыщенности поверхности ПП навесными изделиями.

3 — для ПП с микросборками и микросхемами, имеющими штыревые и планарные выводы, а также с безвыводными ИЭТ при средней и высокой насыщенности поверхности ПП навесными изделиями.

4 — для ПП с микросхемами, имеющими штыревые и планарные выводы, а также с безвыводными изделиями ИЭТ при высокой насыщенности поверхности ПП навесными ИЭТ.

Стандарт ГОСТ 2.417—78 (СТ СЭВ 1186—78) устанавливает основные правила выполнения чертежей ПП — детали (рис. 6.10). Чертежи ОПП и ДПП именуют: «Плата печатная», а чертеж МПП — «Плата печатная многослойная. Сборочный чертеж». Чертеж слоя МПП с проводящим рисунком, расположенным с одной или двух сторон, именуют: «Слой многослойной печатной платы». Допускается выполнять чертежи слоев последующими листами сборочного чертежа (Лист 2, Лист 3, ...). Чертеж слоя МПП без проводящего рисунка именуют: «Прокладка». Допускается не выпускать чертеж на прокладку, при указании в спецификации ее материала. Чертежи выполняют в масштабах 4:1, 2:1, 1:1. На чертеже изображают одну проекцию с печатными проводниками и отверстиями; допускается приводить дополнительные





б)

Рис. 6.10. Чертеж детали — двусторонней печатной платы — лист 1 (а) и лист 2 (б)

виды с частичным изображением рисунка. Чертежи однотипных ПП следует выполнять групповым или базовым методами по ГОСТ 2.113—75 (СТ СЭВ 1179—78). Чертеж слоя МПП помещают на отдельном листе и проставляют габаритные размеры. Рекомендуемые масштабы: 1:1; 2:1; 4:1; 5:1; 10:1.

На рис. 6.10, а и б показано оформление чертежа с помощью прямоугольной координатной сетки, которую наносят тонкими линиями. Основной шаг координатной сетки 2,5 мм, допускаются шаги 1,25 и 0,625 мм.

Размеры отверстий, их количество, размеры контактных площадок и другие сведения помещают в таблице на чертеже. Рекомендуемая

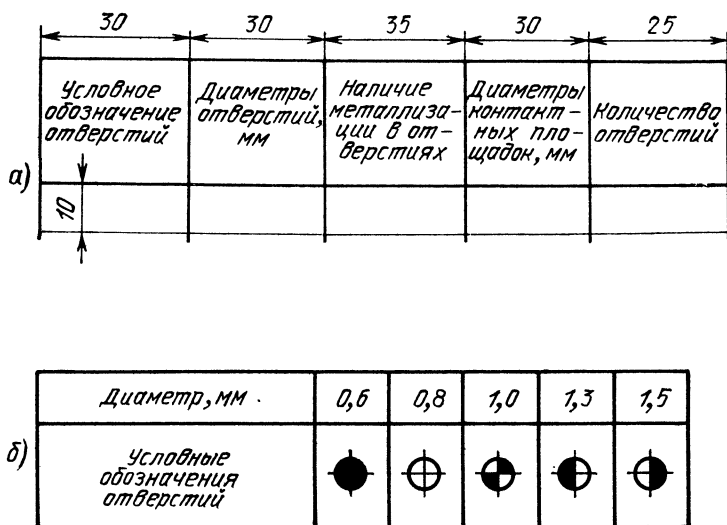


Рис. 6.11. Форма таблицы отверстий (а); условное обозначение отверстий (б)

форма таблицы приведена на рис. 6.11, а. На чертеже платы отверстия показывают упрощенно — одной окружностью (без окружности зенковки и контактной площадки). Чтобы их различать, применяют условные обозначения (рис. 6.11, б). Контактные площадки выполняют прямоугольной, круглой или близкой к ним формы. На рис. 6.12 показаны рекомендуемые формы контактных площадок на широких проводниках. На рис. 6.13 и 6.14 даны примеры простановки размеров для группы монтажных и контактных отверстий, предназначенных для установки на плате одного элемента, прибора (реле, микросхемы, соединителя и др.). Отверстия, расстояния между которыми кратны шагу координатной сетки, располагают в ее узлах, остальные — согласно установочным размерам. Вынесенный элемент используют для облегчения чтения чертежа. Как показано на рис. 6.15, а, отдельные печатные элементы (проводники, экраны, контактные площадки и др.) допускается штриховать. Проводники шириной менее 2,5 мм изображают сплошной толстой основной линией (рис. 6.15, б), являющейся осью симметрии

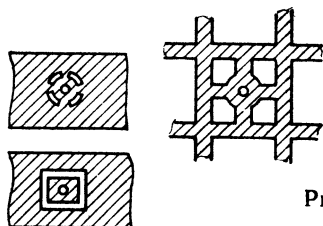


Рис. 6.12. Контактные площадки и форма вырезов в проводниках

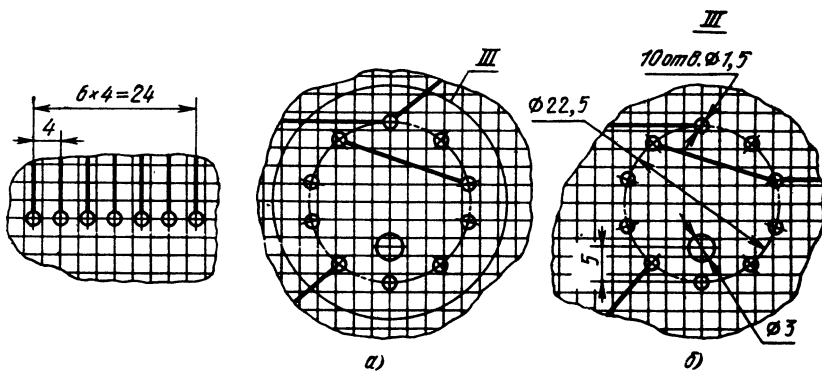


Рис. 6.13. Разметка отверстий на плате для установки радиоэлементов, приборов, деталей

Рис. 6.14. Выделение участка с отверстиями для крепления элемента, прибора, детали:
а — на плате; б — на поле чертежа

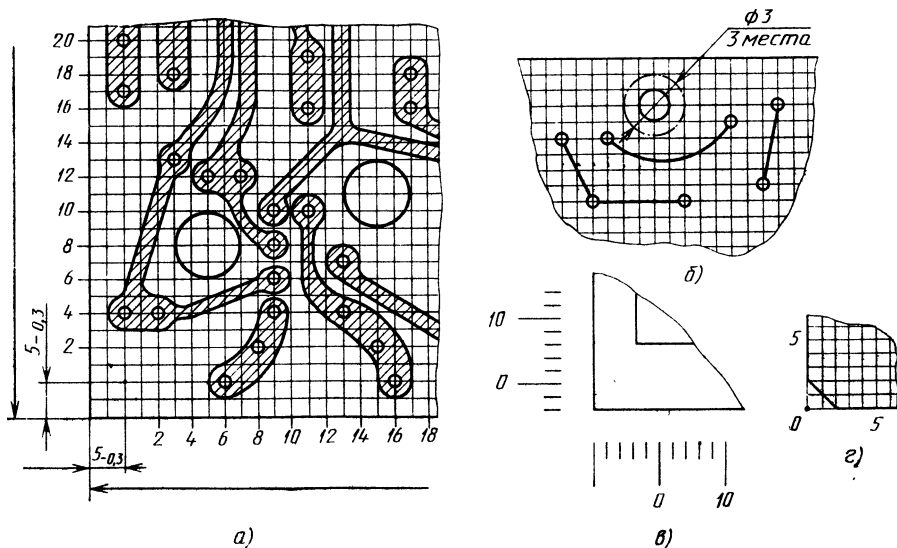


Рис. 6.15. Варианты изображений проводников (а, б), контактных площадок (а) на чертеже печатной платы, нумерация координатной сетки (в, г)

проводника. Действительная ширина оговаривается в технических требованиях (п.4 на рис. 6.10, а). Проводники шириной более 2,5 мм можно изображать двумя линиями; при этом, если они совпадают с линиями координатной сетки, указание ширины на чертеже не требуется.

На чертеже ПП размеры указывают одним из способов:
в соответствии с ГОСТ 2.307—68;

нанесением координатной сетки в прямоугольной или полярной системе координат;

комбинированным способом с помощью размерных и выносных линий и координатной сетки в прямоугольной или полярной системе координат.

Координатную сетку наносят либо на всем поле чертежа (см. рис. 6.10), либо на части поверхности ПП, либо рисками по периметру ее контура (см. рис. 6.15, *в*). Линии сетки должны быть пронумерованы подряд или через определенные интервалы (см. рис. 6.10, 6.15). За нуль в прямоугольной системе координат на главном виде ПП следует принимать:

центр крайнего левого нижнего отверстия, находящегося на поле платы, в том числе технологического;

левый нижний угол ПП (см. рис. 6.10);

левую нижнюю точку, образованную линиями построения (см. рис. 6.15, *з*).

Изображение ПП с повторяющимися элементами допускается выполнять не полностью, без ущерба для однозначности восприятия чертежа. При этом должна быть указана закономерность расположения таких элементов.

Указания о маркировании ПП составляют в соответствии с ГОСТ 2.314—68. Маркировку располагают на чертеже с одной или с двух сторон. Она подразделяется на основную и дополнительную. Основная маркировка наносится обязательно и содержит:

обозначение ПП или ее условный шифр;

дату изготовления (год, месяц);

порядковый номер изменения чертежа, относящийся только к изменению проводящего рисунка;

буквенно-цифровое обозначение слоя многослойной платы.

Дополнительная маркировка наносится при необходимости и содержит:

порядковый или заводской номер ПП или партии плат;

позиционное обозначение навесных ИЭТ;

изображение контуров указанных навесных изделий;

цифровое обозначение первого вывода навесного ИЭТ, точек контроля;

обозначение положительного вывода полярного ИЭТ (знак «+»).

Обозначение ПП должно быть выполнено шрифтом размером не менее 2,5 мм, остальные маркировочные символы — не менее 2,0 мм.

Рекомендуемый состав и последовательность записи технических требований чертежа:

Печатную плату изготовить ... методом.

Печатная плата должна соответствовать ГОСТ 23752—79, группа жесткости

Шаг координатной сетки ..., мм.

Сведения об элементах рисунка печатной платы, не указанные на чертеже.

Параметры элементов рисунка рекомендуется группировать в виде таблицы и размещать на свободном поле чертежа. В таблице можно указывать минимально допустимые значения элементов проводящего рисунка (ширина печатного проводника, диаметр контактной площадки и др.):

Размеры для справок.

Покрытие ... (по ГОСТ 9.306—85, ОСТ 4 ГО.014.000).

Масса покрытия ..., кг (только для драгоценных металлов).

Маркировать ... шрифт по

Дополнительные указания.

Порядковый номер изменения чертежа, относящегося только к изменению проводящего рисунка, записывают над основной надписью на свободном поле чертежа по типу: «*Номер изменения проводящего рисунка ...*».

Для ПП и гибких печатных кабелей, имеющих одинаковые технические требования, допускается записывать их на отдельных листах формата А4 (второй, третий и т. д. листы с соответствующей основной надписью по ГОСТ 2.104—68).

Комплектность конструкторских документов на ПП и требования по их выполнению при автоматизированном проектировании устанавливает ГОСТ 2.123—83. Предпочтительным способом изготовления документации является базовый. В состав постоянных данных, помещаемых на базовом чертеже, могут быть включены: изображение платы, указания для механической обработки и для разметки под установку электрического соединителя и крепежных отверстий, сведения о материале, технические требования, расположение печатных проводников, маркировка и т. д. В состав переменных данных, помещаемых на чертеже исполнения, могут быть включены: упрощенное изображение платы, расположение печатных проводников, маркировка, обозначение платы и сборочной единицы, технические требования и др.

При автоматизированном и полуавтоматизированном методах выполнения чертежа ПП допускается в качестве второго листа подлинника чертежа использовать фотопленку в позитивном изображении с рисунком ПП, выполненным в масштабе 1 : 1. Размеры пленки определяются рисунком ПП. Этот лист чертежа выполняется без соблюдения ГОСТ 2.301—68 и ГОСТ 2.104—68 с указанием на поле, свободном от печатного рисунка, обозначения чертежа, порядкового номера листа и инвентарного номера подлинника. Прочие данные, необходимые для изготовления ПП, следует помещать на первом листе чертежа.

При автоматизированном методе изготовления ПП в состав конструкторской документации допускается включать документы на перфолентах, перфокартах и магнитных носителях, определяющие конструкцию и метод изготовления ПП и их составных частей.

6.3. Печатный узел

Печатным узлом называют печатную плату с навесными элементами (рис. 6.16, 6.17). О печатных узлах в модульном исполнении см. гл.7.

Сборочный чертеж печатного узла «Плата печатная. Сборочный чертеж» должен давать полное представление о навесных радиоэлементах и других деталях, их расположении и установке на плате, а также сведения о:

маркировке позиционных обозначений электро- и радиоэлементов; условных обозначениях выводов приборов (трансформаторов, реле и др.);

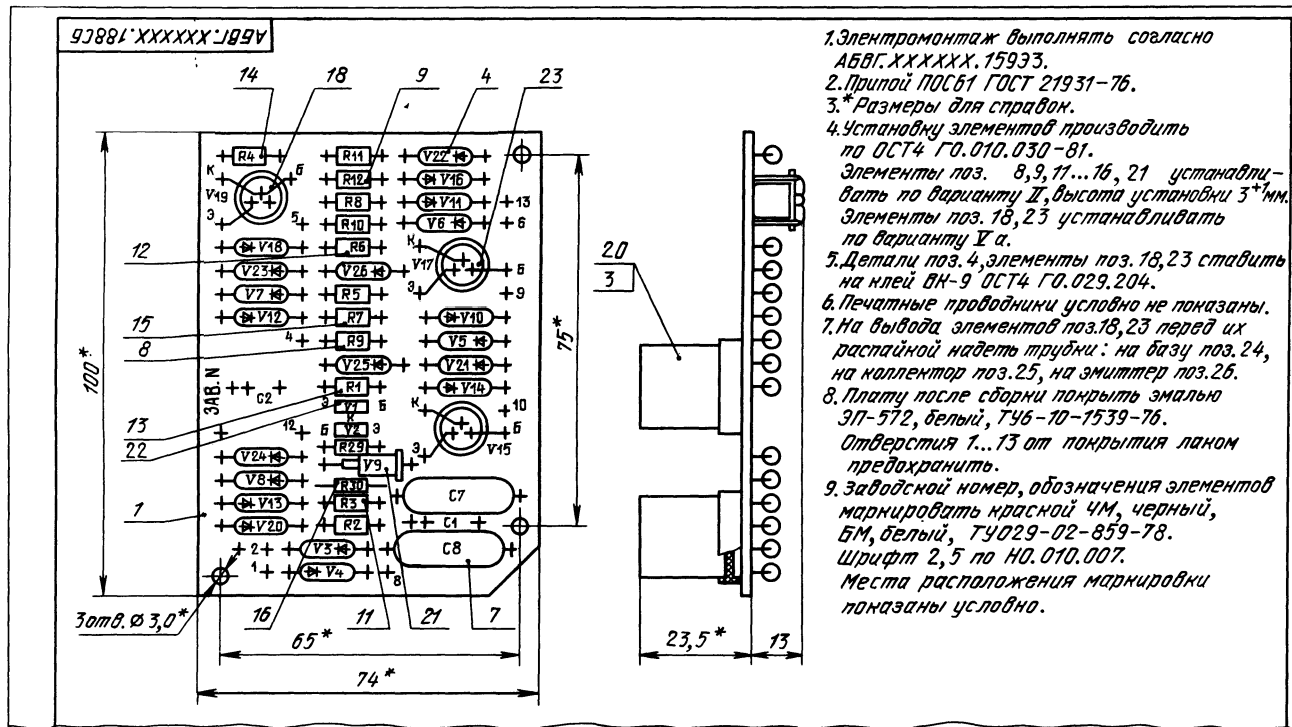
нумерации выходных контактов, полярности элементов согласно электрической принципиальной схеме на печатный узел.

В местах крепления установочных деталей (стоек, втулок, скоб) приводят местные разрезы. На чертеже наносят позиционные обозначения, габаритные и установочные размеры, а также размеры, определяющие положение элементов над платой. Чертеж содержит технические требования.

Навесные элементы изображают упрощенно, если это не мешает правильному пониманию чертежа. Их размещают параллельно поверхности платы рядами в определенном порядке (рис. 6.18) с зазором 2 .. 3 мм между платой и элементом (если это расстояние не оговорено в НТД на элемент). Варианты установки навесных элементов приведены в табл. 6.3. В технических требованиях производится соответствующая запись (см. рис. 6.16, п.4). Выводы элементов припаивают к плате. На выводы транзисторов рекомендуется надевать электроизоляционные трубки разного цвета (см. рис. 6.16, п. 7). В § 6.5 даны сведения о НТД на некоторые материалы, используемые при оформлении чертежей изделий с электромонтажом.

Стандарт ОСТ 5.8497—78 «Платы печатные с проводным монтажом. Конструирование» распространяется на ПП с проводным монтажом, выполненным методом прошивки. Метод заключается в том, что на печатной плате-заготовке электрические соединения элементов схемы выполняются изолированным проводом. В качестве исходной платы-заготовки применяется ДПП с постоянным проводящим рисунком под определенную серию микросхем, монтажными и крепежными отверстиями. Метод проводного монтажа позволяет получать ПП любого функционального назначения в зависимости от числа и типа устанавливаемых микросхем. Конструктивное отличие таких ПП от МПП заключается в том, что вместо печатных проводников электрические соединения выполняются изолированным проводом.

Указания применительно к автоматизированной технологии дает ОСТ 4.091.124—79 «Размещение навесных элементов печатной платы под автоматическую установку элементов», используемый вместе с ОСТ 4.070.010—78.



1. Электромонтаж выполнять согласно АВВГ.ХХХХХХ.15933.
2. Припой ПОС61 ГОСТ 21931-76.
- 3.* Размеры для справок.
4. Установку элементов производить по ОСТ4 ГО.010.030-81. Элементы поз. 8, 9, 11...16, 21 устанавливать по варианту II, высота установки 3*мм. Элементы поз. 18, 23 устанавливать по варианту I а.
5. Детали поз. 4, элементы поз. 18, 23 ставить на клей ВК-9 ОСТ4 ГО.029.204.
6. Печатные проводники условно не показаны.
7. На выводы элементов поз. 18, 23 перед их распайкой надеть трубки: на базу поз. 24, на коллектор поз. 25, на эмиттер поз. 26.
8. Плату после сборки покрыть эмалью ЭП-572, белый, ТУ6-10-1539-76. Отверстия 1...13 от покрытия ланом предохранить.
9. Запасной номер, обозначения элементов маркировать красной ЧМ, черной, БМ, белый, ТУ029-02-859-78. Шрифт 2,5 по ИО.010.007. Места расположения маркировки показаны условно.

6.16. Сборочный чертеж печатного узла

Формат	Зона	Пов.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																																															
				<u>Документация</u>																																																	
A2			АБВГ.ХХХХХХ.188СБ	Сборочный чертёж																																																	
A3			АБВГ.ХХХХХХ.188ВП	Ведомость покупных изделий																																																	
				<u>Детали</u>																																																	
*	1		АБВГ.ХХХХХХ.761	Плата	1	*22,12																																															
A3	3		АБВГ.ХХХХХХ.481	Прокладка	2																																																
				<u>Стандартные изделия</u>																																																	
	4			Диод полупроводнико- вый Д223Б		V3...V8, V10...V14																																															
				ГОСТ 74343-69	20	V16, V18 V20...V26																																															
	7			Конденсатор МБМ-160-0,1 ± 10%																																																	
				...	2	C7, C8																																															
				Резисторы ...																																																	
	8			МЛТ-0,25-1кОм ± 10%	2	R9, R10																																															
	9			МЛТ-0,25-2кОм ± 10%	2	R11, R12																																															
	11			МЛТ-0,25-4,7кОм ± 10%	1	R3																																															
	12			МЛТ-0,25-15кОм ± 10%	2	R5, R6																																															
	13			МЛТ-0,25-36кОм ± 10%	2	R7, R2																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="4"></td> <td align="center" colspan="3">АБВГ.ХХХХХХ.188</td> </tr> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Под.</td> <td>Дата</td> <td>Лит.</td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>01</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Провер.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Исполн.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Этд.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>											АБВГ.ХХХХХХ.188			Изм.	Лист	№ докум.	Под.	Дата	Лит.	Лист	Листов	Разраб.					01	1	2	Провер.								Исполн.								Этд.							
				АБВГ.ХХХХХХ.188																																																	
Изм.	Лист	№ докум.	Под.	Дата	Лит.	Лист	Листов																																														
Разраб.					01	1	2																																														
Провер.																																																					
Исполн.																																																					
Этд.																																																					
					Плата печатная																																																

а)

Рис. 6.17, а

Рис. 6.17. Спецификация печатного узла, лист 1 (а) и лист 2 (б)

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		14		МПТ-0,25-75кОм-10%	1	R4
		15		МПТ-0,25-330кОм-10%	2	R7, R8
		16		МПТ-0,25-400кОм-10%	2	R29, R30
		18		Транзистор МП26А ГОСТ 14830-75	1	V19
				<i>Прочие изделия</i>		
		20		Конденсатор К50-6-Л-50В-50мкФ ОЖО.464.031ТУ	2	C1, C2
		21		Стабилитрон КС156А СМЗ.362.812ТУ	1	V9
		22		Транзистор КТ315Б ЖКЗ.365.200ТУ	2	V1, V2
		23		Транзистор П309 ЖКЗ.365.059ТУ	2	V15, V17
				<i>Материалы</i>		
				Трубка 331ВТ, высшего сорта ГОСТ 19034-82		
		24		1, белая	0,3	М
		25		1, красная	0,3	М
		26		1, зеленая	0,3	М

б)

Рис. 6.17, б

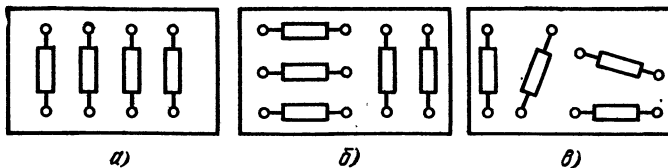
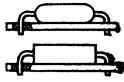
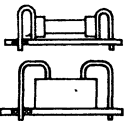
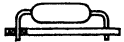
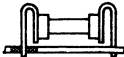
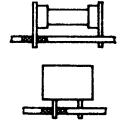


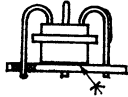

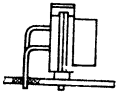
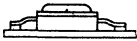
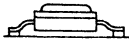





Рис. 6.18. Размещение и установка навесных элементов:
а — рекомендуется; б — допускается; в — не допускается

Варианты установки навесных элементов по ОСТ 4 ГО.010.030—81

Варианты		Конструктивное выполнение	Обозначение варианта	Рекомендуемое применение
установки	формовки			
I	a		Ia	На платах, изготовленных любым методом, с односторонним расположением печатных проводников. При двустороннем расположении печатных проводников под элементы с электропроводным корпусом предусмотреть изоляцию, если под ними проходят проводники
	б		Iб	
II	a		IIa	На платах, изготовленных любым методом, с одно- и двусторонним расположением печатных проводников
	б		IIб	
	в		IIв	
III	—		III	
IV	—		IV	Для межплатной конструкции печатного узла и на платах, изготовленных любым методом, с одно- и двусторонним расположением печатных проводников
V	a		Va	На платах, изготовленных любым методом, с одно- и двусторонним расположением печатных проводников. При двустороннем расположении печатных проводников под элементами предусмотреть изоляцию, если под ними проходят проводники

Варианты		Конструктивное выполнение	Обозначение варианта	Рекомендуемое применение
установки	формовки			
V	б		Vб	На платах, изготовленных любым методом, с одно- и двусторонним расположением печатных проводников
	в		Vв	
VI	а		VIа	На платах, изготовленных любым методом, с одно- и двусторонним расположением печатных проводников При двустороннем расположении проводников под корпусами микросхем и микросборок предусмотреть электроизоляционное покрытие
	б		VIб	
	в	 <i>Прокладка</i>	VIв	
VII	а		VIIа	На платах, изготовленных любым методом, с одно- и двусторонним расположением печатных проводников
	б	 <i>Прокладка</i>	VIIб	

Варианты		Конструктивное выполнение	Обозначение варианта	Рекомендуемое применение
установки	формовки			
VIII	а		VIIIa	На платах с одно- и двусторонним расположением печатных проводников
	б		VIIIб	На платах с односторонним расположением печатных проводников с обязательным применением прокладок или теплоотводящих металлических шин
	в		VIIIв	На платах с односторонним и двусторонним расположением печатных проводников с установкой на мастику АН по периметру. При двустороннем расположении печатных проводников под корпусами микросхем предусмотреть электроизоляционное покрытие

Примечание. Крепление и эксплуатация при механических нагрузках — в соответствии с ТУ на резисторы, конденсаторы, полупроводниковые приборы и реле.

6.4. Примеры САПР печатных плат

Процесс конструкторского и технологического проектирования ПП: компоновка элементов, трассировка межсоединений, изготовление фотошаблонов, получение конструкторской и технологической документации — в настоящее время реализован большим количеством отечественных и зарубежных САПР печатных плат. Примеры САПР приведены в табл. 6.4. Из отечественных наибольшее распространение получили системы «Рапира» (ОСТ 4 ГО.010.009-84) и их дальнейшее развитие — системы ПРАМ [2], реализованные на больших ЭВМ серии ЕС с использованием координатографов и чертежно-графических автоматов для выпуска конструкторской и технологической документации; диалоговая система проектирования ГРИФ [19], базирующаяся на программно-аппаратных средствах АРМ-Р и др. Примеры фрагментов чертежей, полученных с помощью системы ПРАМ 5.3, представлены на рис. 6.19, 6.20 и 6.21.

Таблица 6.4

Характеристики САПР печатных плат

Система (страна)	Выполняемые функции	Оборудование	Характеристика	Объект проектирования	Ссылка на литературу
1	2	3	4	5	6
«Аврора» (СССР)	Компоновка, размещение, трассировка, изготовление фотошаблонов	ЭВМ М-222, аппаратура для изготовления фото-позитивов	Поле 220×170 мм ² , получение 8...10 слоев за 8...10 ч, 100% разведенных соединений	МПП с выступающими или открытыми контактными площадками	[28]
ЕСАП (СССР)	Размещение, трассировка, изготовление фото-оригиналов, получение КТД	ЭВМ «Система 4-50», установка для изготовления фотооригиналов	Трассировка 500 соединений, 40 мин, 92% разведенных соединений	МПП со сквозной металлизацией	
«Граф 2Д» (СССР)	То же	ЕС ЭВМ; координатограф «Минск-2004»	Поле 700×700 усл. ед., до 100 элементов на плате, конструирование одной платы 30...50 мин, 90...95% разведенных соединений	ДПП	
«Граф 2М» (СССР)	»	То же	Поле 700×700 усл. ед., до 100 элементов на плате, число слоев до 12, конструирование одной платы 30...50 мин, 90...95% разведенных соединений	МПП	

Система (страна)	Выполняемые функции	Оборудование	Характеристика	Объект проектирования	Ссылка на литературу
1	2	3	4	5	6
«Рапира 5.3-82/ДПП» (СССР)	Размещение, трассировка, изготовление фотооригиналов, получение КТД	ЭВМ ЕС модели, не младше ЕС 1022 с ОЗУ 512 Кбайт, координатор, графопостроитель (чертежный автомат)	Допустимые размеры плат не превышают 511Н (Н — шаг трассировки, мм)	ДПП	ОСТ 4 ГО.010. 009—84
«Рапира 6-80/МПП» (СССР)	Размещение, трассировка связей по слоям, изготовление фотооригиналов, получение КТД	ЭВМ ЕС 1033 с ОЗУ 256 Кбайт, координатор, графопостроитель	Габаритные размеры печатных плат определяются из соотношения, при котором их производство не превышает 32400Н (Н — шаг трассировки)	МПП	
«Киев-1502» (СССР)	Компоновка схем, размещение, трассировка	СМ-4 с ОЗУ 64 Кбайт	Компоновка схем, содержащих до 1000 логических элементов, размещение до 500 разногабаритных элементов, трассировка печатных плат размером 310...400 мм	ПП	[35]
Пакет прикладных программ проектирования топологии ПП (СССР)	Размещение, трассировка, изготовление фотооригиналов, получение КТД	Программно-аппаратный комплекс системы «Кулон» (15УТ-4-017)	Рабочее поле графопостроителя 1200×1600 мм, погрешность установки координат ±0,15 мм	ДПП	[42, 26]

«Прам 5.3» (СССР) («Рапира 5.3-82/ ДПП»)	То же	ЭВМ не младше ЕС 1033 с ОЗУ 512 Кбайт, программно-аппаратный комплекс АРМ-Р	Время проектирования (включая коррекцию ре- зультатов) ПП, содер- жащей 40 микросхем и 20 дискретных элемен- тов, не более 3 ч на ЕС 1033	ДПП	—
LPKF (ФРГ)	Автоматизированное про- ектирование и изготовле- ние	IBM PC/AT с ОЗУ 256 Кбайт	—	ПП	[38]
IBM (США)	Компоновка, размеще- ние, трассировка, изго- товление фотооригина- лов (фотошаблонов), по- лучение КТД	IBM-370, модель 155, координатограф	Время конструирования печатной платы с 60 мик- росхемами 30 мин	МПП	[28]
SPRINT (США)	Компоновка, размеще- ние, трассировка, получе- ние КТД	IBM-370, Textronix 4013	Интерактивное размеще- ние 15 мин, автоматичес- кая трассировка для плат с 49 элементами 58 с	ДПП	
CADdy (США)	Генерация принципиаль- ной электрической схе- мы, автоинтерактивная трассировка, интерак- тивное размещение	IBM XT/AT, SIRIUS1, APPRICOT и другие с ОЗУ 512 Кбайт Любой стандартный ЧГА с размерами рабо- чего поля от А4 до А0	—	ПП	
CAD 2000 (США)	Интерактивное проек- тирование ПП и принци- пиальных схем	IBM PC/XT, цветной графический дисплей (1024-786, 640...400 то- чек)	Допускает проектиро- вание МПП, содержа- щих до 50 слоев	МПП	[31]
MicroGraph86 (ФРГ)	Автоинтерактивная трассировка	IBM XT, ОЗУ 512 Кбайт, алфавитно-цифровой и графический дисплей, ЧГА и др.	Плата евроразмера трас- сируется за 15...20 мин	МПП	

Примечание. ЧГА — чертежно-графический автомат.

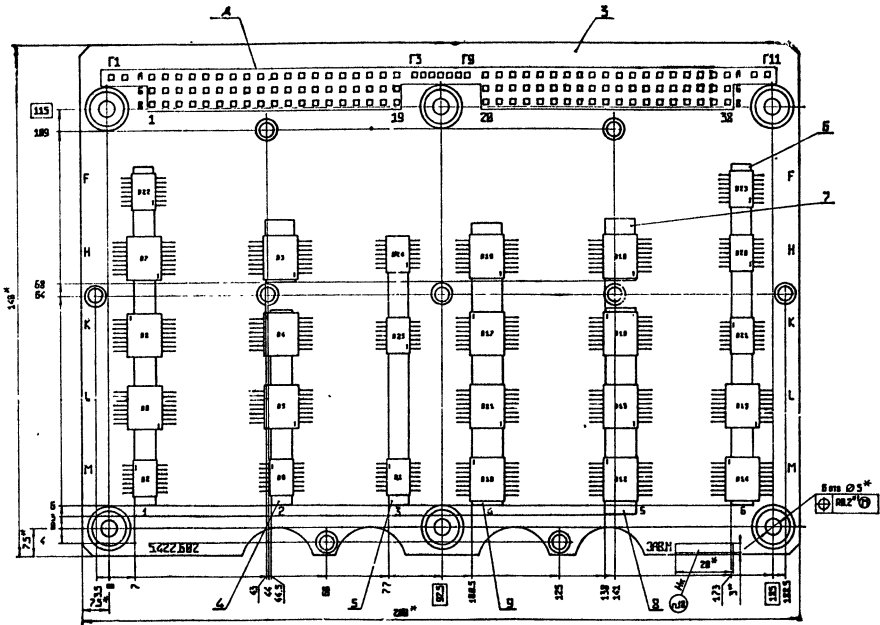
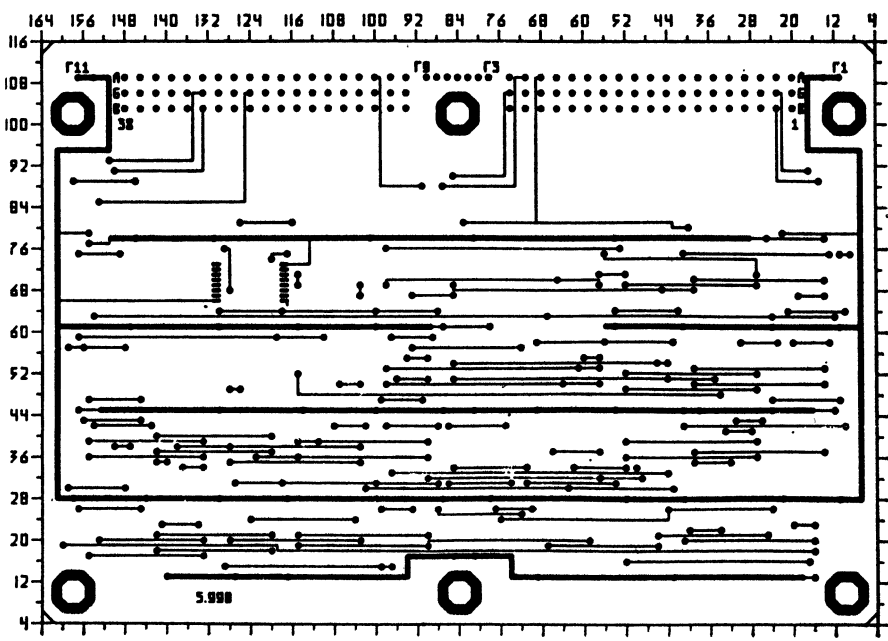


Рис. 6.19. Фрагмент сборочного чертежа, полученного в результате работы системы «ПРАМ 5.3»



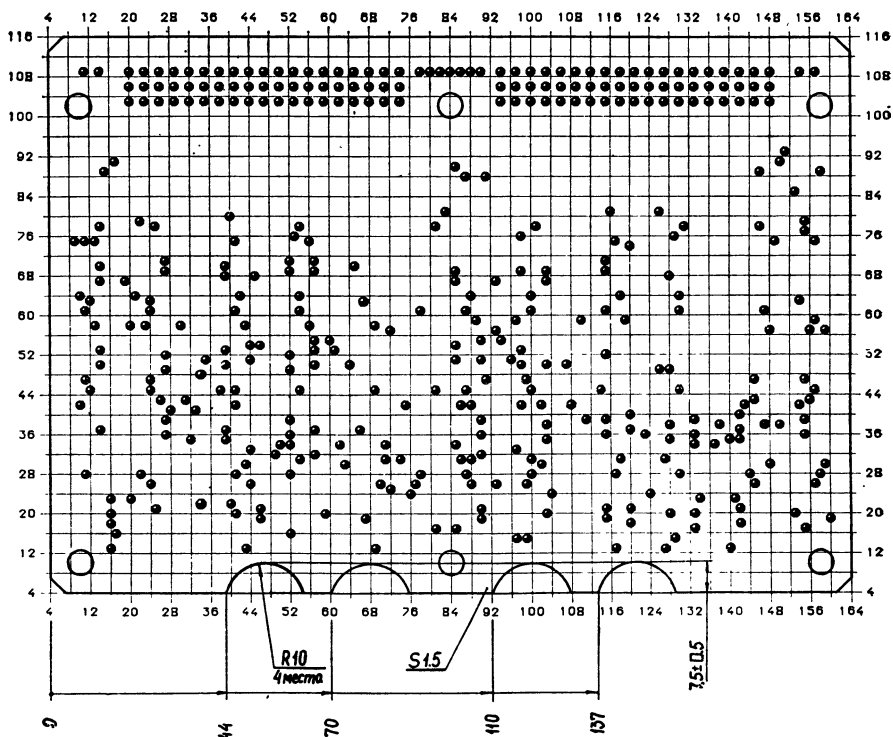


Рис. 6.21. Фрагмент чертежа печатной платы (детали), полученного в результате работы системы «ПРАМ 5.3»

6.5. Чертежи для электро монтажа. Материалы

ГОСТ 2.413—72 (СТ СЭВ 4074—83) допускает разрабатывать чертежи на изделие с электро монтажом в вариантах:

1) один сборочный чертеж (см. рис. 6.4, 6,5 и 6.16) для изделий, механическую сборку и электро монтаж которых целесообразно производить по одному чертежу;

2) два сборочных чертежа для изделий, механическую сборку и электро монтаж которых целесообразно производить по разным чертежам. На изделие механической сборки выпускают сборочный чертеж в соответствии с ГОСТ 2.109—73 (СТ СЭВ 858—78) и спецификацию в соответствии с ГОСТ 2.108—68 (СТ СЭВ 2516—80). На изделие с электро монтажом выпускают сборочный чертеж в соответствии с ГОСТ 2.413—72 и спецификацию в соответствии с ГОСТ 2.108—68 и ГОСТ

Рис. 6.20. Фрагмент чертежа платы с рисунком проводящего слоя, полученного в результате работы системы «ПРАМ 5.3»

2.413—72. На сборочном чертеже изделия с электромонтажом составные части, выделенные в самостоятельную механическую единицу, не изображают;

3) сборочный чертеж для механической сборки, электромонтажный чертеж с тем же обозначением с шифром МЭ и одна спецификация (рис. 6.22, 6.23, 6.28, 6.29, а, б);

4) сборочный чертеж для механической сборки и таблица соединений, которая выпускается отдельным документом с обозначением монтируемого изделия, наименованием «Таблица соединений», шифром ТБ. Вариант используется в индивидуальном производстве и серийном, когда места прокладки и крепления соединительных проводников определены конструкцией изделия.

Специальный электромонтажный чертеж для изделия, изображенного на рис. 6.22, представлен на рис. 6.23. Он выполнен в том же масштабе, что и чертеж для механической сборки, со следующими особенностями. Сплошными основными линиями изображают только те составные части, которые устанавливают при электромонтаже, остальное («обстановку») чертят упрощенно тонко для определения мест установки и присоединения составных частей, устанавливаемых при электромонтаже. «Обстановку» поясняют соответствующими надписями и обозначениями (например, обозначения резистор R2, вилка X1, панель и другие на рис. 6.23). На чертеже указывают позиционные обозначения устанавливаемых элементов (предпочтительно над ними или справа) согласно электрической принципиальной схеме. Элементам (переходные стойки, лепестки и др.), отсутствующим в принципиальной схеме, присваивают позиционные обозначения после элементов соответствующего функционального назначения (согласно схеме). Таким элементам разрешается присваивать обозначения, состоящие из буквы Э и порядкового номера.

На чертежах допускается применять аксонометрические проекции; смещать изображения составных частей с соответствующим указанием («смещено») на чертеже либо в технических требованиях; повертывать изображения с указанием угла поворота (на рис. 6.23 развернуты панель и корпус); условно изменять (укорачивать, удлинять и т. п.) очертания составных частей (рис. 6.24).

Проводники изображают условно в виде линий. Одиночные провода, идущие рядом, допускается сливать в одну линию. На рис. 6.25 показаны изгибы в местах слияния и разветвления линий, на рис. 6.26 — перекрещивающихся проводников. Линии, изображающие проводники, можно давать не полностью: обрывать при переходе с одного вида (или листа) на другой с указанием обозначения, присвоенного линии; линии, присоединяемые к многоконтактному изделию, заканчивать у его внешнего очертания. На рис. 6.27 даны варианты указаний о присоединении проводников к контактам изделия с обозначением концов линий (рис. 6.27, а) и в табличной форме (рис. 6.27, б). При недостатке места около изображения изделия таблицу можно разместить на свободном месте чертежа (X1, K1 на рис. 6.23). Все проводники должны

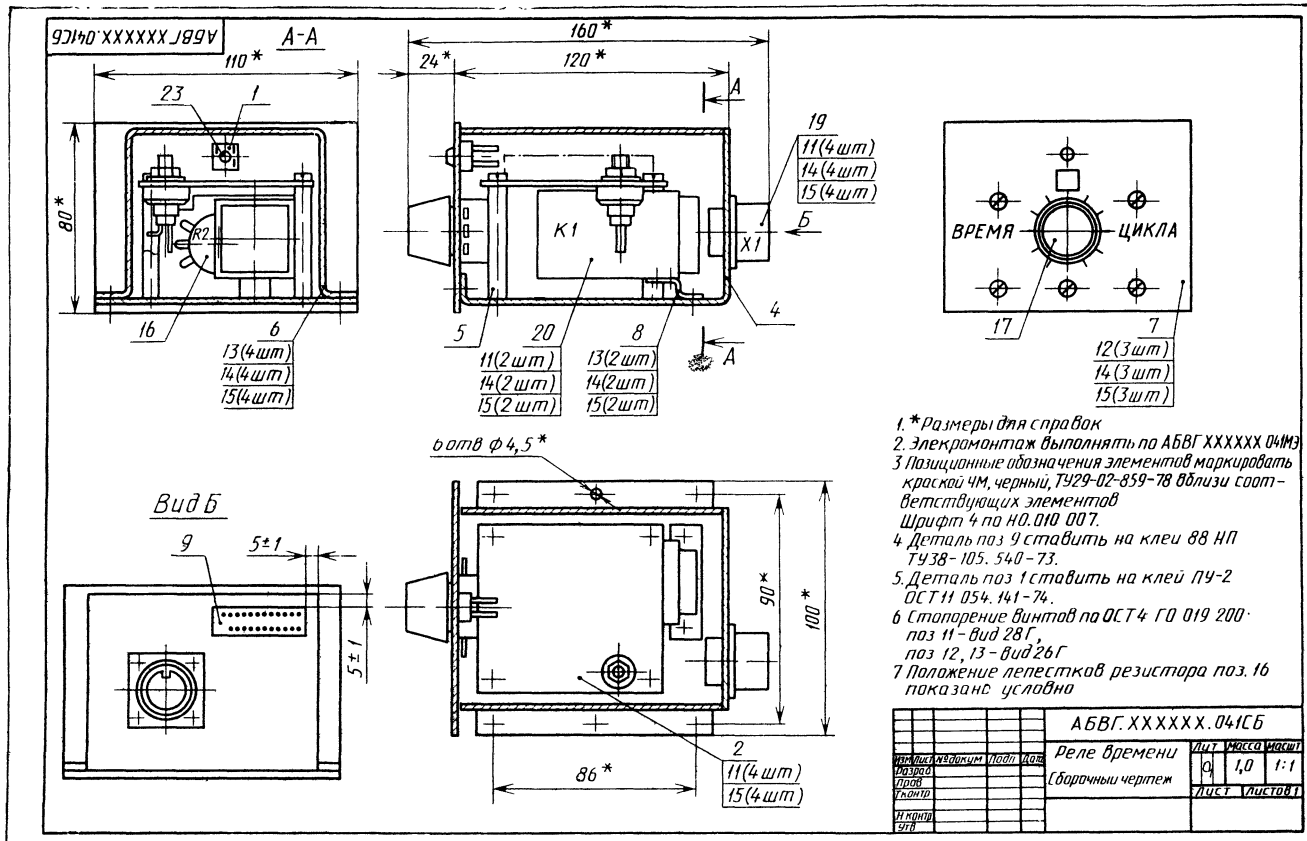


Рис. 6.22. Сборочный чертеж реле времени

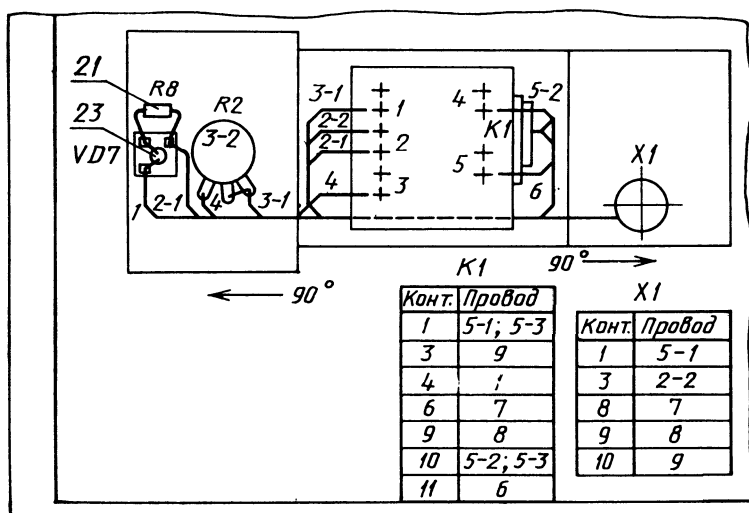


Рис. 6.23. Электромонтажный чертеж реле времени

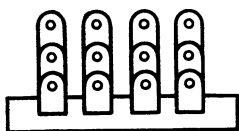


Рис. 6.24



Рис. 6.25

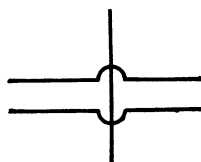
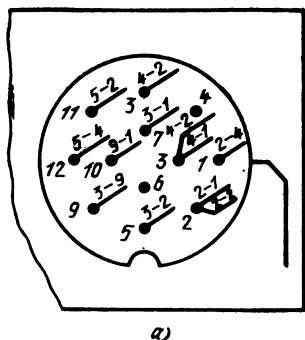


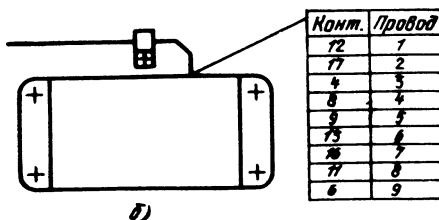
Рис. 6.26

Рис. 6.24. Пример измененных изображений на монтажном чертеже
Рис. 6.25. Условное изображение проводников в местах слияния и разветвления линий

Рис. 6.26. Условное изображение перекрещивающихся проводников



а)



б)

Рис. 6.27. Условное изображение проводников, присоединяемых к многоконтактным изделиям:

а — обозначение концов линий на изделии; б — в табличной форме на поле чертежа

Проводник	Поз.	Откуда идет	Куда поступает	Длина, см	Примечание
1	25	V7: +	K1: 4	25	
2-1	25	R8	X2: 2	20	
2-2	25	X2: 2	X1: 3	20	
3-1	25	X2: 1	X2: 1	20	
3-2	24	R2: 1	R2: 2	3	Перемычка
4	25	X2: 3	R2: 3	20	
5-1	25	X1: 1	K1: 1	15	
5-2	25	K1: 10	X2: 4	15	
5-3	24	K1: 1	K1: 10	5	Перемычка
6	25	X2: 5	K1: 11	15	
7	25	K1: 6	X1: 8	15	
8	25	K1: 9	X1: 9	15	
9	25	K1: 3	X1: 10	15	

				АБВГ.ХХХХХХ.041МЭ		Лист 2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Рис. 6.28. Таблица соединений к электромонтажному чертежу

быть пронумерованы. Обозначение проводника наносят около его концов и у мест разветвления. Короткие проводники, легко читаемые на чертеже, можно обозначать один раз посередине изображения. Сведения о проводниках (длина, адреса присоединения и др.) указывают в таблице соединений, которую помещают на первом листе чертежа для электромонтажа либо включают его последующими листами (рис. 6.28).

На рис. 6.29, а, б показано, как записывают в спецификацию составные части, устанавливаемые по электромонтажному чертежу. В рабочей документации их записывают с нового листа под заголовком: «Устанавливают по АБВГ. ХХХХХХ.ХХХМЭ» либо «Устанавливают по АБВГ. ХХХХХХ. ХХХТБ», в остальном — в соответствии с ГОСТ 2.108—68.

Если при регулировании изделия с электромонтажом должен быть осуществлен подбор какой-либо составной части, то все составные части, участвующие в подборе, следует записывать в конце группы составных частей того же функционального назначения в соответствующем

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
				<u>Документация</u>			
A2			АБВГ.ХХХХХХ.041СБ	Сборочный чертеж			
A3			АБВГ.ХХХХХХ.041ЗЗ	Схема электрическая принципиальная			
A2			АБВГ.ХХХХХХ.041МЭ	Электромонтажный чертеж			
A3			АБВГ.ХХХХХХ.041ВП	Ведомость покупных изделий			
				<u>Сборочные единицы</u>			
A4	1		АБВГ.ХХХХХХ.179	Держатель	1		
A4	2		АБВГ.ХХХХХХ.757	Плата	1		
				<u>Детали</u>			
A3	4		АБВГ.ХХХХХХ.105	Корпус	1		
A4	5		АБВГ.ХХХХХХ.787-056	Стойка I МЗ×50	4	по СТП	
A3	6		АБВГ.ХХХХХХ.454	Крышка	1		
A3	7		АБВГ.ХХХХХХ.804	Панель	1		
A4	8		АБВГ.ХХХХХХ.127	Скоба	1		
A3	9		АБВГ.ХХХХХХ.161-09	Планна	1		
				<u>Стандартные изделия</u>			
		11		Винт МЗ-бг×12.36.016 ГОСТ 1491-80	9		
		12		Винт МЗ-бг×8.32.036 ГОСТ 17474-80	3		
		13		Винт МЗ-бг×8.36.016 ГОСТ 17475-80	10		
			АБВГ.ХХХХХХ.041				
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Реле времени		
Разраб.							
Провер.							
Инж.контр.							
Утв.							
					Лист	Лист	Листов
					0	1	2

а)

Рис. 6.29. Спецификация реле времени, лист 1 (а); лист 2 (б); пример заполнения спецификации при наличии подбора составных частей (в)

Формат Зона	№з.	Обозначение	Наименование	Ном. инч	Приме- чание
	14		Гайка М3. 5. 016		
			ГОСТ 5916-70	15	
	15		Шайба 3.04. 019		
			ГОСТ 11371-78	19	
	16		Резистор А		
			ГОТ-1-44ЧМДМ ±30% -		
			А-ВС-3-20 ГОСТ 5574-65	1	Р2
	17	АБВГ.ХХХХХХ.012	Ручка-III ОСТ4.12425.001	1	
			Прочие изделия		
	19		Винт 2М225ШПВ1		
			ГО.364.126 ТУ	1	Х1
	20		Реле РПУ-0-61УМН 24В		
			ТУ16-523.295-79	1	К1
			Установка в шт. па.		
			АБВГ.ХХХХХХ.041М3		
			Стандартные изделия		
	21		Резистор		
			МИТ-0,125-2,740М ±10%		
			ГОСТ 7113-77	1	Р8
	22		Будина марцирбонная		
			2,5х22 ОСТ4.01228.200-81	30	
			Прочие изделия		
	23		Ключ световосвечивающий		
			АД3017БМ		
			а АД.336.076.ТУ	1	У7
			Материалы		
	24		Пробирка МИ-0,5		
			ГОСТ 2172-79	108	М
	25		Пробой МТШД 0,2 Б		
			ТУ16-505.437-82	5	М
	26		Нижки х/б черные		
			120л. №00 ГОСТ 6309-80	2	М
			АБВГ.ХХХХХХ.041		
					Лист 2

б)

Рис. 6.29. 6

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Резисторы 7113-77		
		55		МЛТ-0,25-130 Ом ± 5%	2	R1, R3
				МЛТ-0,25-100 Ом ± 5%	0,2	R4
				МЛТ-0,25-110 Ом ± 5%	0,8	R4, R6
				МЛТ-0,25-120 Ом ± 5%	0,6	R4, R6
				МЛТ-0,25-130 Ом ± 5%	0,1	R4
					0,3	R6
					0,4	См. поз 55
				МЛТ-0,25-150 Ом ± 5%	0,1	R6
					0,5	R5
					0,6	
				МЛТ-0,25-180 Ом ± 5%	0,5	R5

в)

Рис. 6.29, в

разделе в порядке возрастания основных параметров. При этом графу «Поз.» не заполняют, а в графе «Примечание» указывают позиционные обозначения составных частей, подбираемых при регулировании, в графе «Кол.» записывают десятичную дробь, которой характеризуется вероятность использования составной части изделия. Суммарная вероятность количества подобранных составных частей должна быть равна единице. В случае подбора составных частей для двух и более позиционных обозначений их количество увеличивается соответственно. На рис. 6.29, в показан пример заполнения спецификации при наличии подбора составных частей.

Таблица 6.5 содержит материалы, используемые в изделиях с электромонтажом. Материалы для печатных плат и гибких печатных кабелей выбирают по ГОСТ 10316—78 (табл. 6.6); марки материалов, отсутствующие в ГОСТ 10316—78, приведены в ОСТ 4.010.022—85 (табл. 6.7).

Пример условного обозначения стеклотекстолита высшего сорта толщиной 1,5 мм, облицованного с одной стороны медной оксидированной фольгой толщиной 35 мкм: Стеклотекстолит СФ-1-35Г-1,5 в.с. ГОСТ 10316—78.

Материалы, используемые для изделий с электромонтажом

Материал	Нормативно-технический документ
Бирки маркировочные для проводов и жил кабелей	ОСТ 4 ГО.882.200—81
Бумага кабельная марок К-080; К-120; КМП-120	ГОСТ 23436—83
Бумага конденсаторная марки КОН	ГОСТ 1908—82
Картон электроизоляционный марки ЭВ	ГОСТ 2824—86
Картон прокладочный	ГОСТ 9347—74
Клей БФ-2 и БФ-4	ГОСТ 12172—74
Клей ЛН	ОСТ 4 ГО.029.204
Клей ВК-9	ОСТ 4 ГО.029.204
Клей 88НП	ТУ 38-105.540—73
Компаунд «Виксинт ПК-68»	ТУ 38-103.508—81
Краски маркировочные специальные БМ, КМ, СМ, ЧМ, ЗМ, ЖМ	ТУ 29-02-859—78
Лак МЛ-92	ГОСТ 15865—70
Лак НЦ-134	ТУ 6-10-1291—77
Лак НЦ-132	ГОСТ 6631—74
Лак НЦ-62	ОСТ 6-10-391—74
Лакоткань электроизоляционная марки ЛШМ	ГОСТ 2214—78
Лентцы асбестовые электро- и теплоизоляционные	ГОСТ 14256—78
Лента липкая маркировочная	ТУ 6-05-1240—76
Лента поливинилхлоридная электроизоляционная ПВХ	ГОСТ 16214—86
Мастика У-9м	ОСТ 92-0948—74
Нитки швейные хлопчатобумажные	ГОСТ 6309—80
Припой ПОС-61	ГОСТ 21931—76
Провода монтажные с изоляцией из спекаемой пленки	ТУ 16-505.083—78
Провода монтажные теплостойкие с изоляцией из фторопласта	ТУ 16-505.185—71
Провода монтажные с пленочной или волокнистой и полихлорвиниловой изоляцией (МГШВ, МГШВЭ)	ТУ 16-505—437—82
Проволока медная	ГОСТ 2112—79
Смазка ЦИАТИМ-201	ГОСТ 6267—74
Смазка ВНИИ НП-248	ТУ 38 101643—76
Стеклоткань электроизоляционная	ГОСТ 10156—78
Стеклотекстолит	ГОСТ 12652—74
Трубки из поливинилхлоридного пластика	ГОСТ 19034—82
Эмаль МЛ-12	ГОСТ 9754—76
Эмаль МЛ-165, МЛ-165ПМ, МС-160	ГОСТ 12034—77
Эмаль НЦ-25	ГОСТ 5406—84
Эмаль ЭП-51	ГОСТ 9640—85
Эмаль ЭП-572	ТУ 6-10-1539—76
Эмаль ПФ-19, ПФ-19М	ТУ-10-1294—78
Эпоксидный компаунд ЭЗК-6	ОСТ 4 ГО.029.003

Таблица 6.6

Фольгируемые материалы для печатных плат

Наименование	Марка	Наименование	Марка
Стеклотекстолит фольгированный толщиной 0,5...3,0 мм	СФ-1-35Г СФ-2-35Г СФ-1-50Г СФ-2-50Г	Стеклотекстолит нагревостойкий фольгированный толщиной 0,5...3,0 мм	СФ-1Н-35Г СФ-1Н-50Г СФ-2Н-35Г СФ-2Н-50Г

Таблица 6.7

Фольгированные диэлектрики, рекомендуемые для изготовления печатных плат и гибких печатных кабелей (ОСТ 4.010.022—85)

Наименование	Марка	Область применения
Стеклотекстолит фольгированный повышенной нагревостойкости	СФПН-1-50 СФПН-2-50	ОПП, ДПП с повышенной нагреваемостью
Стеклотекстолит фольгированный травящийся	ФТС-1-18-А ФТС-2-18-А ФТС-1-18-Б ФТС-2-18-Б	МПП, гибкие печатные платы
Диэлектрик фольгированный тонкий	ФДМ-1А ФДМ-2А ФДМ-1Б ФДМ-2Б ФДМЭ-1А ФДМЭ-2А ФДМЭ-1Б ФДМЭ-2Б	МПП
Гетинакс фольгированный общего назначения	ГОФ-1-35Г ГОФ-2-35Г ГОФВМ-1-35Г ГОФВМ-2-35Г	ОПП
Стеклотекстолит общего назначения негорючий фольгированный	СОНФ-1* СОНФ-2	ОПП, ДПП
Стеклотекстолит теплостойкий фольгированный	СТФ-1 СТФ-2	ОПП, ДПП повышенной нагревостойкости

Наименование	Марка	Область применения
Стеклотекстолит теплостой- кий негорючий фольгирован- ный	СТНФ-1 СТНФ-2	ОПП, ДПП, устойчивые к возгоранию
Диэлектрик фольгированный самозатухающий	ДФС-1 ДФС-2	ОПП, ДПП
Диэлектрик фольгированный общего назначения	ДФО-1 ДФО-2	То же
Стеклотекстолит теплостой- кий для полуаддитивной тех- нологии	СТПА-5-1 СТПА-5-2	ОПП, ДПП, МПП с высо- кой плотностью проводяще- го рисунка
Стеклотекстолит с двусторон- ним адгезивным слоем	СТЭК	ДПП, изготавливаемые по ад- дитивной технологии, 1—3 классов точности
Лавсан фольгированный	ЛФ-1	Гибкие печатные платы
Полиамид фольгированный	ПФ-1 ПФ-2	То же
Стеклоткань прокладочная	СТП-4 СТП-3	МПП

6.6. Чертежи жгутов, кабелей и проводов

Правила выполнения чертежей жгутов, кабелей и проводов устанавливает ГОСТ 2.414—75 (СТ СЭВ 649—77). На этих чертежах: отдельные проводники изображают упрощенно или условно; наносят все размеры, необходимые для изготовления (допускается без выносных и размерных линий при условном изображении жгута); жгут изображают развернутым в плоскости чертежа (можно в аксонометрии); обозначения всех проводников проставляют около обоих концов согласно чертежу для электромонтажа или электрической схеме соединений.

Указания о присоединении проводников к соединительным устройствам могут быть приведены на чертеже в таблице присоединений, либо в технических требованиях, либо в схематичном изображении на чертеже.

Правила упрощенного выполнения чертежей жгутов, кабелей и проводов устанавливает ОСТ 4 ГО.000—047. Упрощенные изображе-

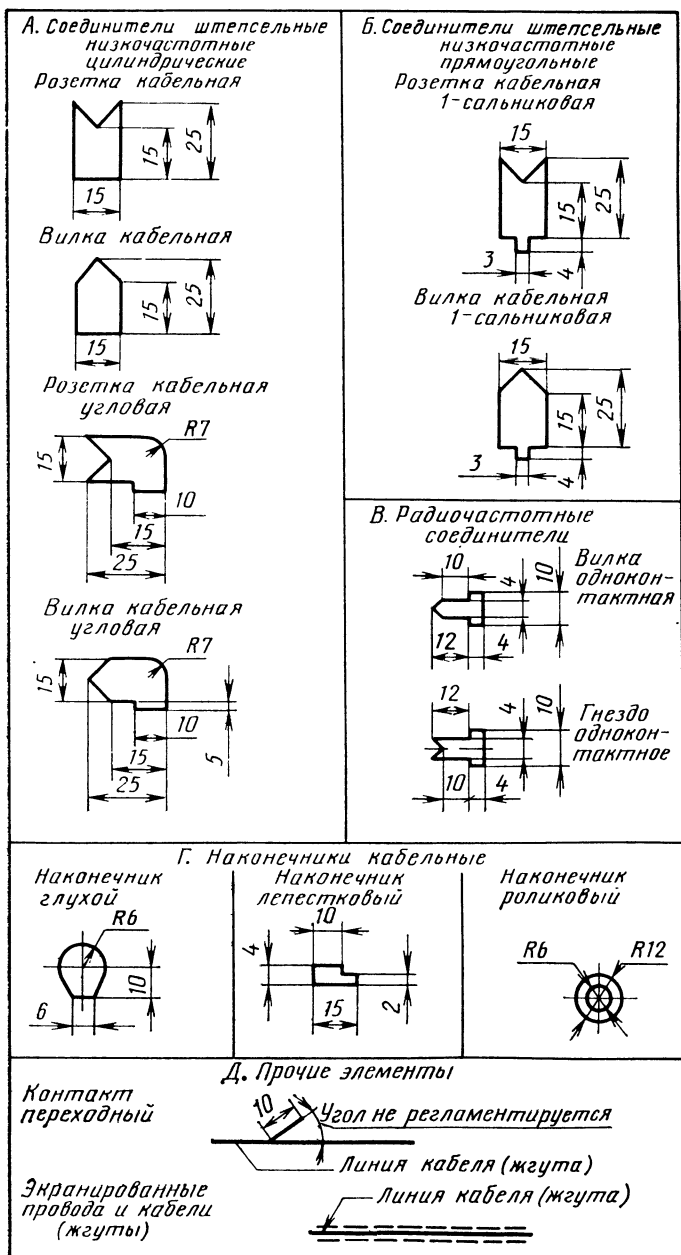
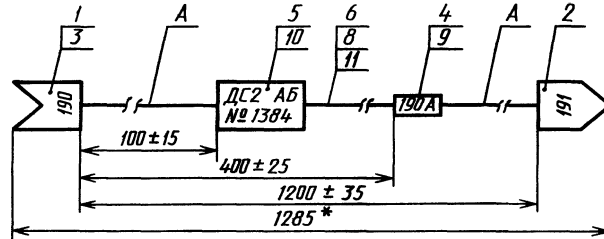
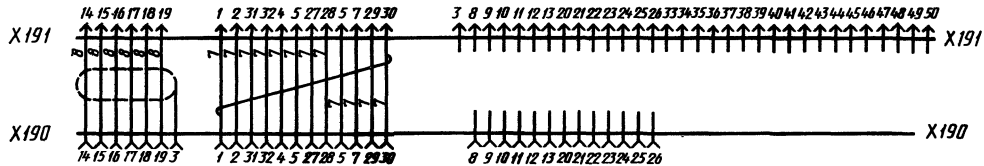


Рис. 6.30. Упрощенные изображения элементов соединителей

9JXXXXXX'XXXX



- 1* Размер для справок.
2. Технические требования к электромотажу по ОСТ 4.ГО.010.016. Экран поз. 6 вывести проводам поз. 8 на контакт 3 розетки поз. 1.
3. Провода свить с шагом $20 \div 40$ мм.
4. На участке А жгут заключить в трубку поз. 11.
5. Бирки поз. 4, 5 ставить по ОСТ 4.ГО.010.016. На бирке поз. 5 нанести тушью наименование комплекта, наименование жгута и заводской номер. Шрифт 3 по НО. 0 10. 007.



					XXXX.XXXXXX...СБ			
Мера	Мист	Идентиф	Подп.	Дата	Жгут АБ			
Размер					Сборочный чертёж			
Проб.					0			
Контр.					Лист Листов 1			
И.Контр.								
ЭЛТК								

Рис. 631. Упрощенное выполнение чертежа жгута

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
				<u>Документация</u>			
			АБВГ.ХХХХХХ.000СБ	Сборочный чертеж			
				<u>Детали</u>			
	1		АБВГ.ХХХХХХ.000	Плата	1		
	2		АБВГ.ХХХХХХ.000	Панель	1		
	3		АБВГ.ХХХХХХ.000	Ручка	1		
				<u>Стандартные изделия</u>			
	4			Винт М2,5-6г×10.36.016			
				ГОСТ 1491-80	2		
	5			Винт М3-6г×10.36.016			
				ГОСТ 17475-80	3		
				Гайка ГОСТ 5916-70			
	6			М 2,5-6Н.5.016	2		
	7			М3.5.016	2		
				Шайбы ГОСТ 6402-70			
	8			2,5.65Г.016	2		
	9			3.65Г.016	2		
				Шайбы ГОСТ 11371-78			
	10			2,5.04.019	2		
				3.04.019	2		
				<u>Прочие изделия</u>			
	12			Вилка СМП59-96			
				Ке 0.364.043ТУ	1	X1	
	13			Резонатор кварцевый			
				РК 170БА-136М-1000к-В	1		
				ОД0.338.018 ТУ		В01	
			АБВГ.ХХХХХХ.000				
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата			
Разраб.					Лит.	Лист	
Пров					01	1	
Т.контр.						2	
Н.контр.							
Утв.							
					Генератор импульсов		

Рис. 6.32. Спецификация жгута

ния элементов и составных частей кабеля (жгута) представлены на рис. 6.30.

Сборочный чертеж кабеля должен содержать: упрощенное изображение кабеля; схематическое изображение соединений или таблицу соединений проводов; изображение видов, сечений, элементов заде-

лок (при необходимости); технические требования к изготовлению и контролю кабеля; заделки кабеля в соединители и другие указания, уточняющие конструкцию кабеля.

На чертеже кабеля (жгута) должны быть нанесены: соединители; размеры длин всех участков кабеля; маркировочные надписи соединителей; маркировочные бирки; запасные провода кабеля; расположение переходных контактов; наконечники и прочие элементы; номера позиций составных частей кабеля.

Сборочный чертеж кабеля жгута (рис. 6.31), как правило, должен выполняться на одном листе, на котором расположены упрощенное изображение кабеля (жгута) и схема соединения или таблица проводов. В технических требованиях на поле чертежа указывают:

«Технические требования к электромотажу по ОСТ 4 ГО. 010.016» или на поле чертежа дают ссылку на ОСТ 4 ГО. 010 16 (см. рис. 6.31, п.2);

ссылку на технические условия кабеля (жгута) при необходимости; данные по дополнительным испытаниям с учетом специфики данного кабеля (жгута) при необходимости.

Спецификацию (рис. 6.32) составляют согласно ГОСТ 2.108—68.

Глава 7.

Модульные и несущие конструкции

7.1. Электронный блок и печатный узел в модульном исполнении

Электронный блок на унифицированном каркасе — функционально законченный конструктивный узел. Унификация каркаса заключается в возможности установки и закрепления в нем разнообразных приборов и других составных частей изделия.

На рис. 4.11, а представлен пример — фрагмент сборочного чертежа электронного блока со спецификацией на рис. 4.11, б—г. Составные части установлены в унифицированном свинчиваемом каркасе 4. Лицевая панель образована панелью 6 и лицевыми панелями модулей 1,2,3, задняя — панелью 7 (рис. 4.11, б). Внутри блока находятся направляющие 12, 13, удерживающие подвижные платы; радиоизделия 5,39, 44 и другие составные части с соответствующими обозначениями (например, Т1 — трансформатор, Х5 — розетка) — согласно электрической принципиальной схеме.

Электронный блок входит в число модульных конструкций. Разрабатываемые в настоящее время базовые конструкции технических средств радиоэлектроники строятся по модульному принципу. Так, ГОСТ 25122—82 (СТ СЭВ 1628—79) «Конструкции базовых технических средств» устанавливает для технических средств Единой системы ЭВМ следующие конструктивные модули, подразделяемые на уровни:

первый уровень — корпус интегральной микросхемы, электрорадиоэлемент;

второй уровень — типовой элемент замены (кассета, частичный вставной блок, пакет таких элементов);

третий уровень — панель (блочный каркас), специальный блок;

четвертый уровень — рама;

пятый уровень — стойка (шкаф), тумба, пульт.

Стандарт содержит общие требования и основные параметры конструкций указанных уровней. По такому же принципу (при возможных некоторых классификационных и терминологических различиях) строятся модульные конструкции технических средств радиоэлектроники, предназначенные для различных целей, где первый уровень — ячейка. Стандартные модули — ячейки, блоки, стойки, шкафы — конструктивно законченные сборочные единицы, имеющие самостоятельное назначение, обладают свойствами совместимости и имеют единую сетку геометрических и присоединительных размеров. Составные части изделий монтируются в унифицированных базовых несущих конструкциях. На рис. 7.1, *а* схематично изображены модульные конструкции ячеек — выдвижная ПП, плата с лицевой панелью, соединителями (навесные радиоизделия не показаны). На рис. 7.1, *б, в* показаны блок и шкаф. Сборочный чертеж печатного узла в модульном исполнении представлен на рис. 7.2 со спецификацией на рис. 7.3. Платы вдвигаются в каркас по направляющим и закрепляются.

Типовые элементы конструкций и принципы конструирования контрольно-измерительной аппаратуры радиоэлектроники содержит ОСТ 4 ГО. 410.001. Он распространяется на типовые элементы конструкций корпусов, предназначенные для обеспечения технологического процесса производства функциональных узлов и блоков РЭА. Стандарт устанавливает общие требования, единые конструкторские решения,

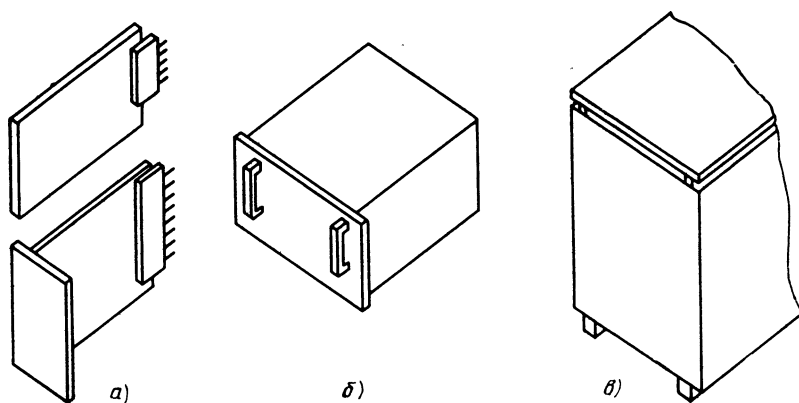


Рис. 7.1. Модульные конструкции ячеек (схематично): выдвижная печатная плата и плата с лицевой панелью (*а*), блок (*б*), шкаф (*в*)

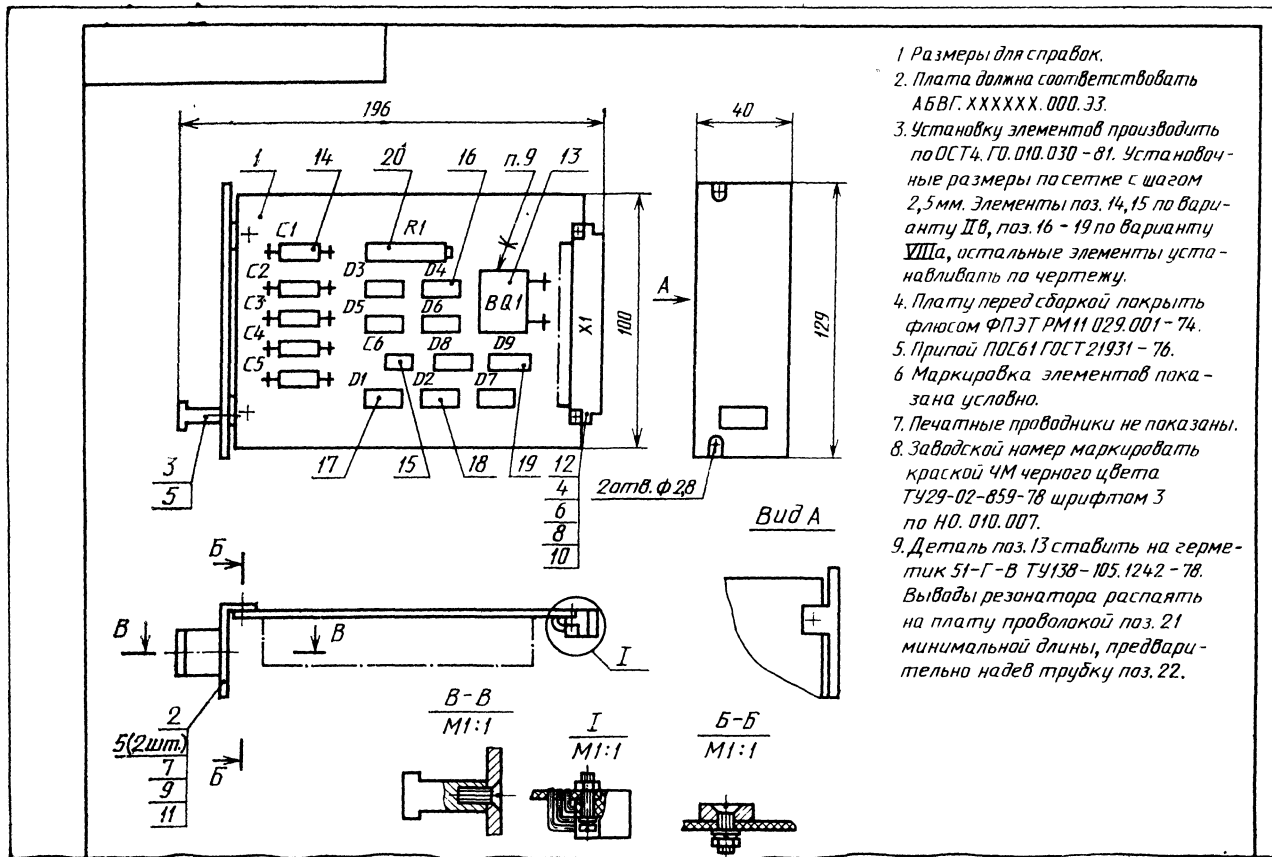


Рис. 7.2. Печатный узел в модульном исполнении

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
				<u>Документация</u>			
A3			XXXX.XXXXXX... СБ	Сборочный чертёж			
A4			XXXX.XXXXXX... ТБ	Таблица соединений			
				<u>Сборочные единицы</u>			
A4	1		XXXX.XXXXXX....	Розетка РС32А	1		
A4	2		XXXX.XXXXXX....	Вилка РС506А	1		
				<u>Детали</u>			
A4	3		XXXX.XXXXXX....	Втулка	1		
A4	4		XXXX.XXXXXX....	Бирка	1		
A4	5		XXXX.XXXXXX....	Бирка	1		
				<u>Материалы</u>			
		6		Плетенка ПМЛ 6×40			
				ТУ22 - 3708-76	1,25м		
				Провод ТУ16-505.083-78			
		7		МС 16-13 0,2	50м		
		8		МС 16-13 0,35	10м		
				Клеенка компрессная 0,1			
				МРТУ6 ...			
		9		В-15	0,2м		
		10		В-55	0,07м		
				Трубка 3,31 ТВ-40Т, 12,			
		11		белая, высшего сорта			
				ГОСТ 19034-82	1,3м		
XXXX.XXXXXX....							
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Жзут АБ		
Разроб							
Пров							
И.контр					Лит	Лист	Листов
Утв					0		1

Рис. 7.3, а

Рис. 7.3. Спецификация печатного узла, лист 1 (а) и лист 2 (б)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Конденсаторы</i>		
				<i>ОЖО. 460.161 ТУ</i>		
		14		<i>КМ-5б-М47-560пФ ± 10%</i>	5	<i>С1...С5</i>
		15		<i>КМ-6б-М47-0,47мкФ ± 10%</i>	1	<i>С6</i>
		16		<i>Микроплата К155АГЗ</i>		
				<i>БК0.348.006-50ТУ</i>	4	<i>Д3...Д6</i>
		17		<i>Микроплата К155ИД1А</i>		
				<i>БК0.348.244 ТУ23</i>	1	<i>Д1</i>
		18		<i>Микроплата К553УД1А</i>		
				<i>БК0.348.260 ТУ</i>	1	<i>Д2</i>
		19		<i>Микроплата К554СА3А</i>		
				<i>БК0.348.279 ТУ</i>	3	<i>Д7, Д8, Д9</i>
		20		<i>Резистор СП5-14-18т</i>		
				<i>47 кОм ± 10%</i>		
				<i>ОЖО. 468.551 ТУ</i>	1	<i>Р1</i>
				<i>Материалы</i>		
		21		<i>Проволока ММ-08</i>		
				<i>ГОСТ 2112-79</i>	6г	
		22		<i>Трубка ТЛМ-1,0</i>		
				<i>ГОСТ 9614-75</i>	0,2м	
АБВГ. ХХХХХХ. 000						Лист 2
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

Рис. 7.3, б

методы компоновки типовых элементов конструкций и требования к конструированию контрольно-измерительной аппаратуры в условиях мелкосерийного производства.

Для совместного использования модулей, изготовленных в разных странах, выпущены МС МЭК (Международные стандарты Международной электротехнической комиссии): МС МЭК 297, МС МЭК 516, МС МЭК 547 и др. В соответствии с МС МЭК 297 в странах СЭВ внедряется универсальная международная система автоматического контроля, регулирования и управления, содержащая типы и основные размеры устройств, в том числе несущих конструкций. В нашей стране внедрение этой системы осуществлено в ряде стандартов Единой системы стандартов приборостроения ЕССП. ГОСТ 26.202—81 (СТ СЭВ 83—77) «Средства измерений и автоматизации. Панели и стойки» устанавливает единую ширину панели $482,6 \pm 0,4$ мм и модуль вертикального приращения панели $U = 44,45$ мм. Принятые размеры панелей по высоте приведены в табл. 7.1. На рис. 7.4, а показаны типы и размеры панелей. Размеры и формы пазов указаны на рис. 7.4, б. Стандартизация позволяет включать в устройства также модули, изготовленные с использованием дюймовой системы мер (отсюда применение некруглых размеров в миллиметрах).

Таблица 7.1

Типоразмеры панелей, мм

Номер чертежа в ГОСТ	Тип панели	A	B	C	D
1	1U	5,9	43,6	—	—
	2U	37,7	88,1	—	—
2	1U	5,9	43,6	31,8	—
	2U	5,9	88,1	76,2	—
	3U	37,7	132,5	57,15	—
	4U	37,7	177,0	101,6	—
	5U	37,7	221,5	176,1	—
	6U	37,7	265,9	190,5	—
3	6U	37,7	265,9	57,15	76,2
	7U	37,7	310,3	88,9	57,15
	8U	37,7	354,8	101,6	76,2
	9U	37,7	399,2	101,6	120,6
	10U	37,7	433,7	101,6	165,6
	11U	37,7	488,1	133,3	146,1
	12U	37,7	532,6	133,3	190,6

Примечание. Панели типа 1U, 2U, 6U обозначают указанием типа панели и номера чертежа, например 2U1.

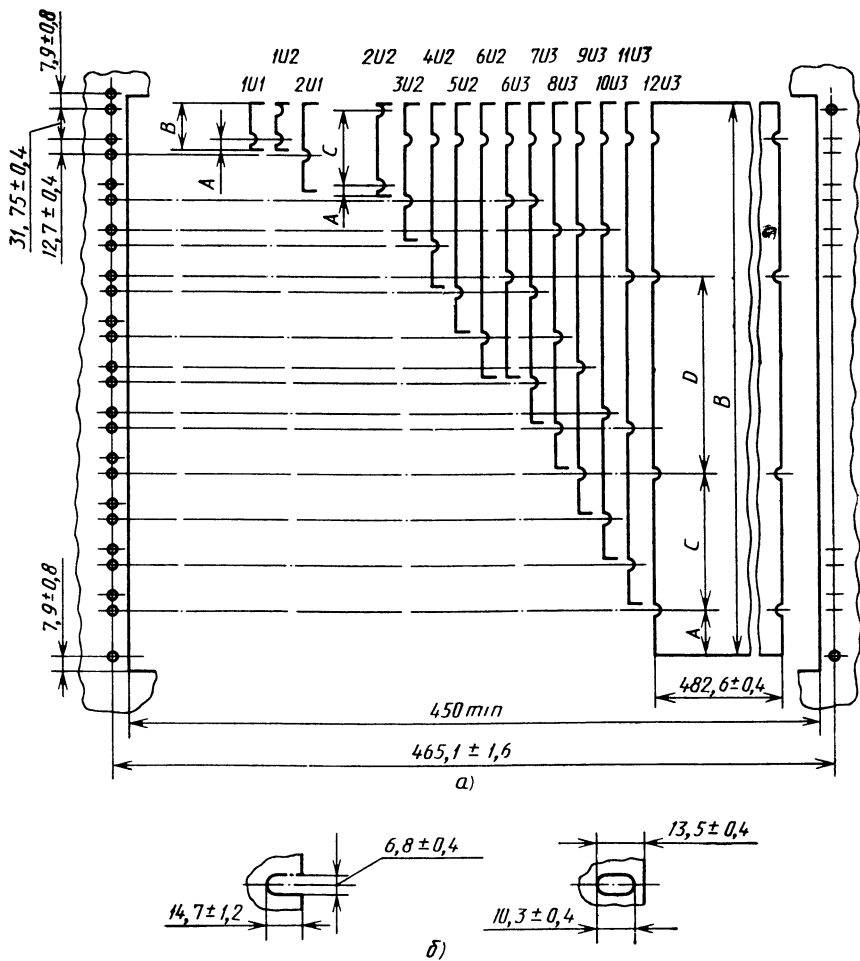


Рис. 7.4. Типы и размеры панелей (а), размеры и формы пазов (б)

ГОСТ 10985—80 «Шкафы и щиты, ящики металлические, оболочки, каркасы. Основные размеры» содержит все размеры шкафов по МС МЭК 297. Стандарт ОСТ 16.0.684. 043—73 «Агрегатные комплексы средств управления электрооборудованием. Система базовых несущих конструкций. Блочные унифицированные конструкции. Основные размеры» устанавливает размеры блочных каркасов и частичных подвижных блоков типоразмеров 3U и 6U. Стандарт МС МЭК 297 устанавливает типоразмеры ПП от U2 до U12 (табл. 7.2).

Типоразмеры печатных плат, мм

Тип платы	Высота		Тип платы	Высота	
	1	2		1	2
U2	55,55	67,31	U8	322,25	334,00
U3	100,00	111,76	U9	366,70	378,45
U4	144,45	156,20	U10	411,15	422,90
U5	188,90	200,70	U11	455,60	467,35
U6	233,35	245,10	U12	500,05	511,80
U7	277,80	289,55	Длина платы: 100; 160; 200; 280		

Примечания: 1 — ряд для европейских плат («европлат»); 2 — ряд для американских плат.

7.2. Базовые несущие конструкции

В РЭА используются базовые несущие конструкции (БНК) трех уровней: БНК1, БНК2, БНК3. Конструкции БНК1 и БНК2 подразделяются на типы в зависимости от основных размеров:

для БНК1 — размеров печатной платы: высоты (H), ширины (B); для БНК2 — высоты (H), ширины (B), глубины (L).

Кроме того, БНК1, БНК2 подразделяются на типы в зависимости от варианта конструкции и модификации конструктивного исполнения. Конструкции БНК3 подразделяются на типы в зависимости от вида аппаратуры, в которой используются, варианта конструкции, модификации конструктивного исполнения.

Пример условного обозначения БНК1: Я34.15.01.01, где:

Я — ячейка;

34 — значение множителя h;

15 — значение множителя b;

01 — вариант конструкции;

01 — модификация конструктивного исполнения. Численные значения множителей h, b после умножения их на модуль приращения $M = 5$ мм соответствуют размерам H, B. В данном примере условного обозначения БНК1 — размеры ПП $H \times B = 170 \times 75$ мм. Основные размеры БНК1 должны соответствовать размерам ПП ($H \times B$, мм), показанным на рис. 7.5, например: 125×160 ; 160×220 ; 160×280 ; 170×75 ; 170×110 и т. д.

Конструктивными исполнениями БНК2 являются блоки: вставные, настольные, стоечные, частично вставные. На рис. 7.6 представлены основные размеры ($H \times B \times L$, мм) вставных блоков, например: $110 \times 120 \times 170$; $170 \times 20 \times 280$; ...; $170 \times 40 \times 280$; ...; $170 \times 120 \times 280$; ...; $170 \times 400 \times 280$; $180 \times 50 \times 240$; ...; $180 \times 160 \times 460$ и т. д.

Основными конструктивными размерами БНК3 являются: высота (H); ширина (B), глубина (L), высота проема (h_1, h_2), ширина проема (b_1), указанные на рис. 7.7. Все размеры должны быть кратны моду-

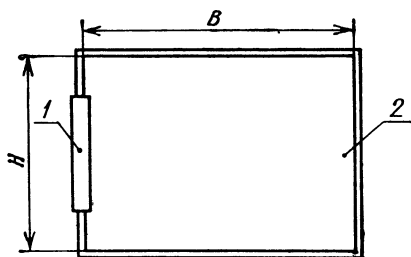


Рис. 7.5. Основные размеры БНК1:
1 — соединитель; 2 — печатная плата

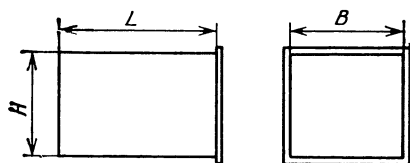
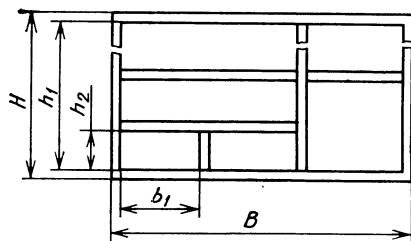


Рис. 7.6. Основные размеры БНК2
для вставных блоков

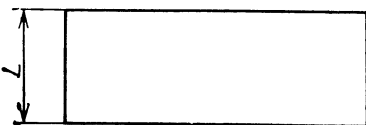


Рис. 7.7. Основные размеры БНК3

лю приращения $M = 10$ мм; ширина проема (b_1) должна быть не менее 120 мм и не более 700 мм (предпочтительный размер 480 мм); высота и глубина не должны превышать 2800 мм (без учета сервисных элементов), 700 мм соответственно.

На рис. 7.8 показан вариант конструктивного исполнения БНК1 типа Я34.40.15.01. Несущим элементом конструкции является печатная плата 8, на которой установлен электрический соединитель 6. На панели 7 прикреплена дополнительная печатная плата 4, связанная с платой 8 петлями 1; 2,5 — гребенки (элементы кодирования). Представленная ячейка крепится в БНК2 винтами М3. Минимальный шаг установки БНК1 в БНК2 15 мм.

Ячейка БНК1 типа Я34.56.20.01 представлена на рис. 7.9. Ее несущим элементом является сборный каркас, состоящий из панели 1, траверсы 7 и двух одинаковых перфорированных направляющих 3. На ПП 5 располагается соединитель 6; дополнительная ПП 4 связана с направляющими двумя петлями, позволяющими ее откидывать; на лицевой планке 9 наносятся информационные надписи; винт 8 фиксирует рабочее положение; винт 2 играет роль винта-домкрата 10, 12 — кодовые планки. Ячейка Я34.56.20.01 крепится в БНК2 винтами М4.

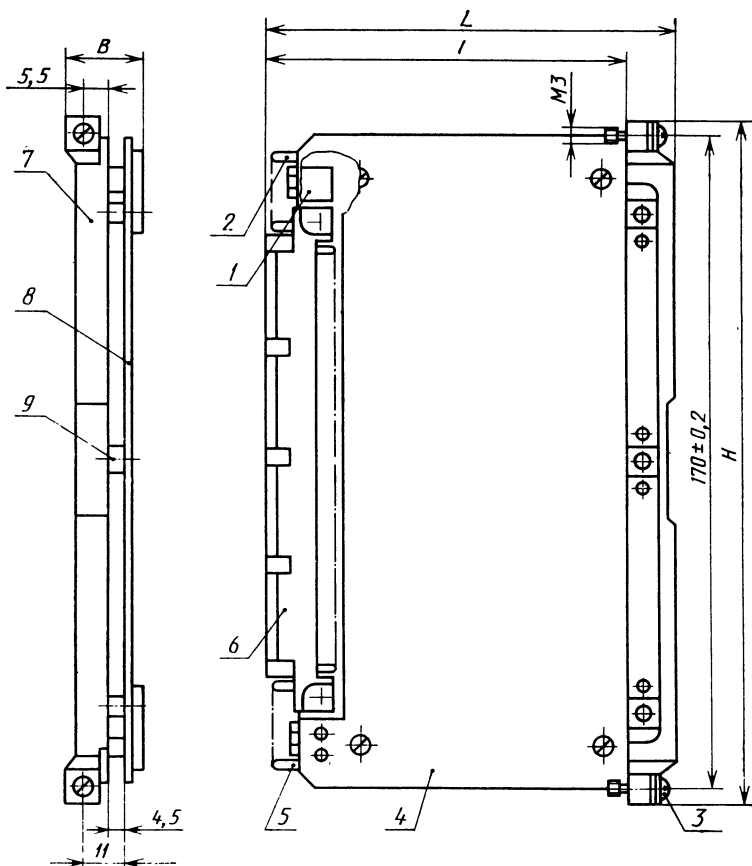


Рис. 7.8. Конструктивное исполнение БНК1 типа Я34.40.15.01:

1 — петля; 2, 5 — гребенки; 3 — винт; 4 — дополнительная печатная плата; 6 — соединитель;
7 — панель; 8 — печатная плата; 9 — втулка

ОСТ 4.210.002—84 распространяется на типовые элементы замены (ТЭЗ) БНК «База-4» для РЭА. Стандарт устанавливает классификацию, конструкцию, основные размеры и технические характеристики ТЭЗ. Элементы замены применяются совместно с ПП по ОСТ 4.070.028—84 и корпусами кассет по ОСТ 4.410.007—85. В стандарте дана классификация типов конструкций в зависимости от применяемого обрамления, размеров ПП, крепления ТЭЗ в корпусе кассеты, типов соединителей. В условное обозначение конструкции входят тип, типоразмер и исполнение. В стандарте даны различные конструкции, присоединительные

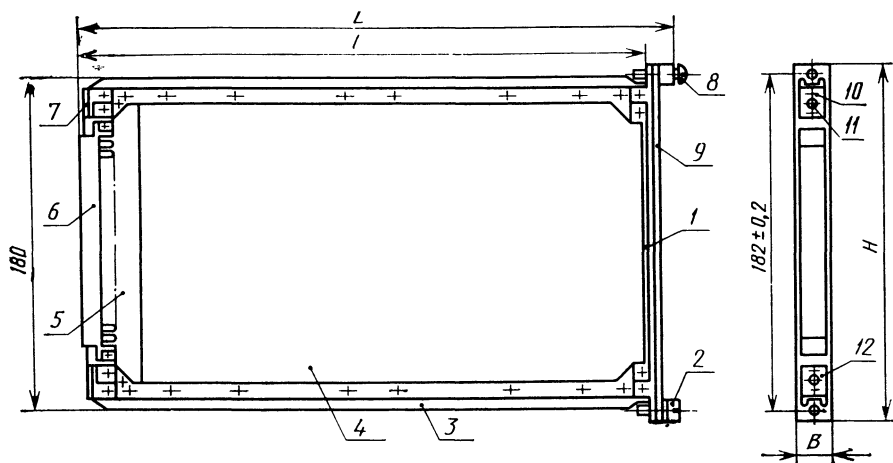


Рис. 7.9. Конструктивное исполнение БНК2 типа Я34.56.20.01:

1 — панель; 2 — винт-домкрат; 3 — направляющая; 4 — дополнительная печатная плата; 5 — печатная плата; 6 — соединитель; 7 — траверса; 8 — винт; 9 — лицевая планка; 10, 12 — кодовые планки; 11 — втулка

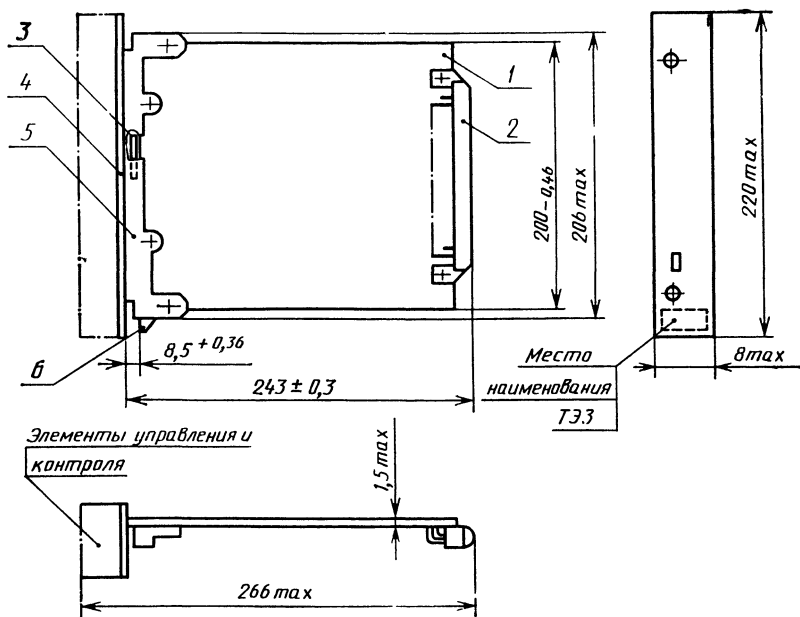
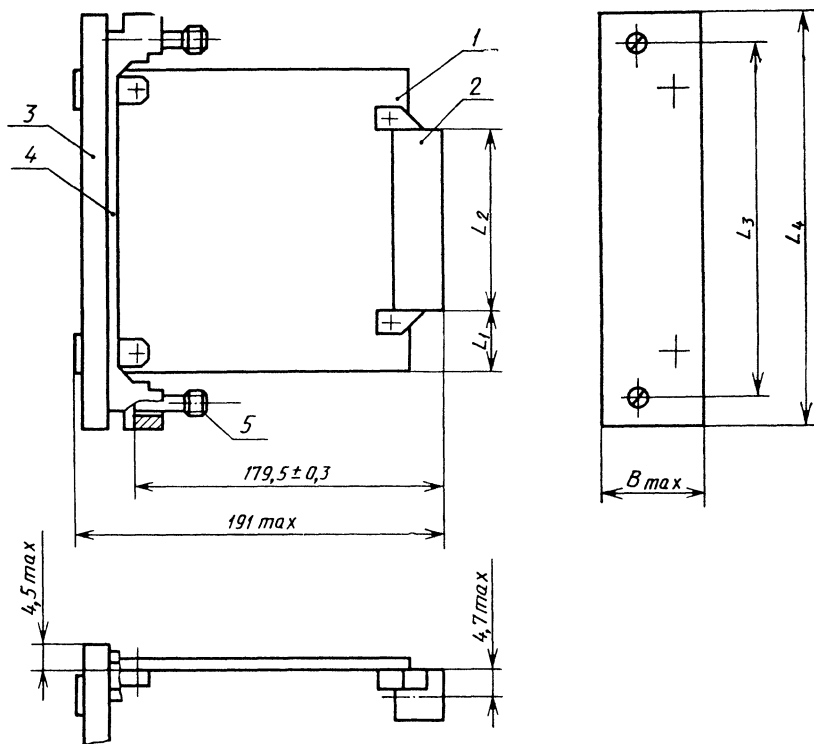


Рис. 7.10. Типовой элемент замены (ТЭЗ) типа 1—1—1:

1 — печатная плата; 2 — соединитель; 3 — фирменная планка; 4 — лицевая панель; 5 — держатель; 6 — защелка



мм

<i>Tun</i>	L_{1max}	L_{2max}	L_3	L_{4max}
1-3-2	12	145	$183,5 \pm 0,3$	194
1-4-2	13	84	$123,5 \pm 0,3$	141

Рис. 7.11. Типовой элемент замены типов 1—3—2 и 1—4—2:

1 — печатная плата; 2 — соединитель; 3 — лицевая панель; 4 — держатель; 5 — невыпадающий винт

и установочные размеры, типы фиксации ТЭЗ в корпусах кассет. Например, ТЭЗ типов 1—1—1, 2—1—1 — защелкой, ТЭЗ типов 1—3—3, 1—4—3 и 2—2—3 — прижимной планкой, и т.д. Ширина ТЭЗ B_{max} определяется по формуле $B_{max} = 7,5n - 1$, где $n = 2, 3, \dots, 9$.

На рис. 7.10 ... 7.12 представлены некоторые конструкции ТЭЗ. В обозначение ТЭЗ, например типа 1—1—1 (рис. 7.10), входит:

- 1 — обрaмление частичное;
- 1 — печатная плата 200×220 мм;
- 1 — фиксация ТЭЗ в корпусе кассеты защелкой.

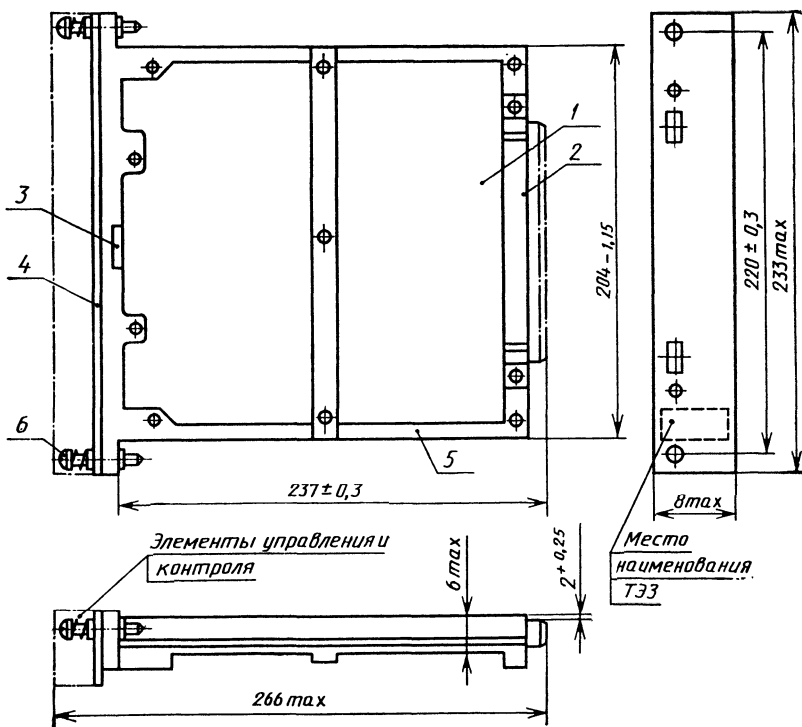


Рис. 7.12. Типовой элемент замены типа 3—1—2:

1 — печатная плата; 2 — соединитель; 3 — фирменная планка; 4 — лицевая панель; 5 — рама; 6 — невыпадающий винт

ОСТ 4 ГО. 010.009—84 устанавливает нормы и требования по конструированию электронных модулей первого уровня (ЭМ1) и второго уровня (ЭМ2) радиоэлектронных устройств, разрабатываемых на основе использования элементов БНК. При проектировании ЭМ1 и ЭМ2 используются функционально-узловой и функционально-модульный методы построения РЭА. Установку бескорпусных микросхем и других бескорпусных ИЭТ на основание ЭМ1 следует выполнять в соответствии с вариантами установки по ОСТ 4 ГО.010.220. При конструировании ЭМ1 применяют основания: керамические; металлические, покрытые эмалью; металлические с полиамидной пленкой; ПП из текстолита и основания из других материалов. Метод изготовления ДПП, используемых в качестве основания ЭМ1, выбирают по ГОСТ 23751—79. Габаритные размеры ПП ЭМ1 должны соответствовать ОСТ 4 ГО.410.224—84 или ГОСТ 10317—79. На рис. 7.13 показаны примеры установки микросхем 1 и микросборок 2 на основание ЭМ1: рис. 7.13, а — со штыревыми выводами (только с одной стороны основания); рис. 7.13,

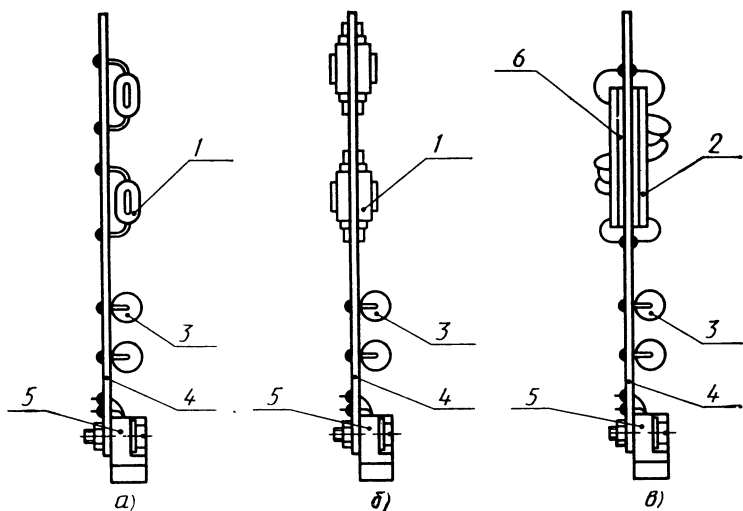


Рис. 7.13. Установка микросхем и микросборок на основание ЭМ1 со штыревыми выводами (а); планарными выводами (б); бескорпусные микросборки (в):
 1 — микросхема; 2 — бескорпусная микросборка; 3 — навесное изделие электронной техники
 4 — основание ЭМ1; 5 — соединитель; 6 — металлическая шина

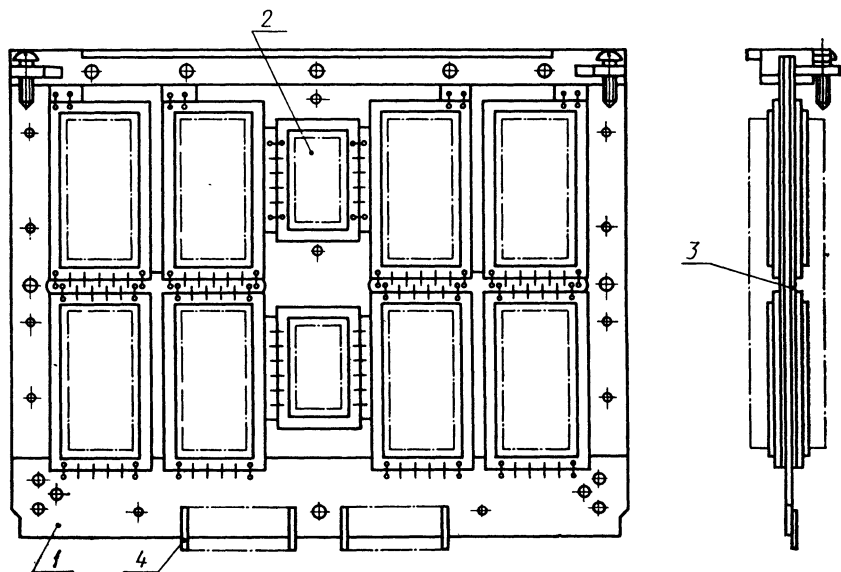


Рис. 7.14. Конструкция электронного модуля ЭМ1:

1 — основание ЭМ1; 2 — бескорпусная микросборка; 3 — металлическая шина; 4 — контакт

б — с планарными выводами (с двух сторон основания ЭМ1); рис. 7.13, в — бескорпусные микросборки 2 (с двух сторон основания). На рис. 7.14 представлена конструкция ЭМ1, состоящая из основания 1, к которому крепятся металлические шины 3. Бескорпусные микросборки 2 непосредственно устанавливаются на металлические шины с двух сторон ПП. К торцу одной из ее сторон через металлические шины крепится прижимная планка, имеющая «ушки» для крепления ЭМ1 в ЭМ2 с помощью невыпадающих винтов. С противоположной стороны ПП установлены контакты 4, которые служат для электрического соединения ЭМ1 с объединительной платой ЭМ2. В стандарте приведены ЭМ1 книжной конструкции, герметичные с воздуховодом, с рамой, с повышенным тепловыделением, с электрическим экраном. При конструировании ЭМ2 применяется разъемный или книжный вариант конструкции в негерметичном или герметичном исполнении. Конструктивной основой ЭМ2 разъемного варианта являются БНК2. Книжный вариант применяется в технически обоснованных случаях.

Герметичный ЭМ2 разъемной конструкции (рис. 7.15) состоит из набора негерметичных ЭМ1 с бескорпусными микросборками. Электронный модуль ЭМ1 устанавливается параллельно передней панели; корпус ЭМ2 — литой. Герметизация осуществляется с помощью резиновых прокладок и съемных боковых крышек 5, прикрепленных к корпусу болтами. Герметичный ЭМ2 книжной конструкции с вертикальной осью раскрытия (рис. 7.16) состоит из набора негерметичных ЭМ1 с бескорпусными микросборками. Электронный модуль ЭМ1 устанавливают перпендикулярно передней панели; корпус ЭМ2 — сварной, боковые стенки имеют ребра жесткости. Герметизация ЭМ2 осуществляется пайкой корпуса с передней и задней панелями. На перед-

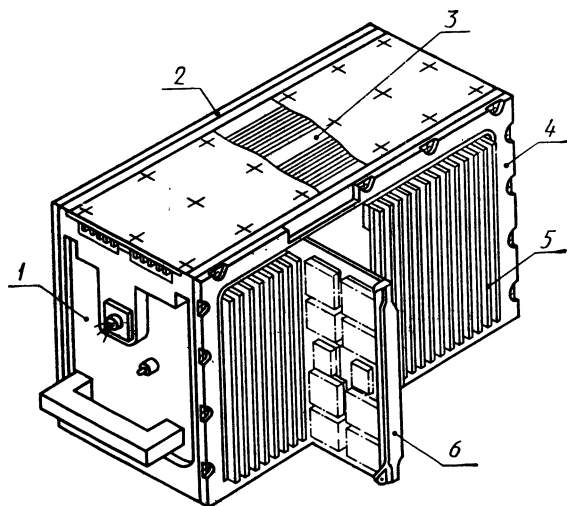


Рис. 7.15. Модуль ЭМ2 разъемной конструкции
 1 — передняя панель; 2 — стенка; 3 — объединительная печатная плата; 4 — задняя панель; 5 — боковая крышка; 6 — ЭМ1

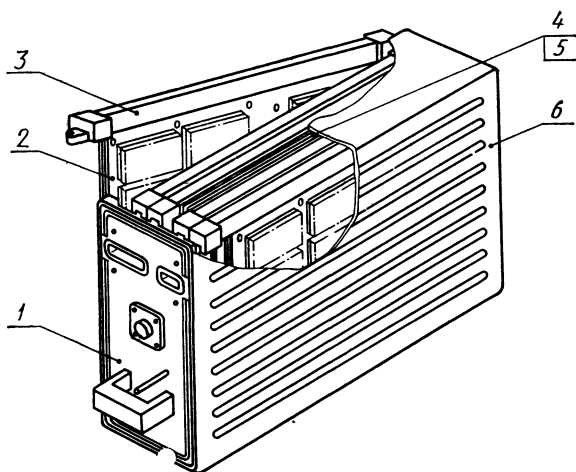


Рис. 7.16. Модуль ЭМ2 книжной конструкции:
 1 — передняя панель; 2 — ЭМ1; 3 — воздуховод; 4 — коммутационная печатная плата; 5 — гибкий печатный кабель; 6 — кожа

ней панели 1 расположены электрический соединитель, трубка для откачки воздуха, на задней — панели-ловители. Электрические соединения выполнены с помощью гибких плоских кабелей 5 и коммутационной ПП 4.

В качестве электрических соединителей применяются: для ЭМ1 — СМП34 и СМП34С 6Р0.364.009ТУ; для ЭМ2 — ГРПМ2 Ке0.364.002ТУ, ГРПМ3 Ке0.364.003ТУ, РП14 ГЕ0.364.158ТУ, РП15 ГЕ0.364.160ТУ, РПКМ АВ0.364.040ТУ, СНО58 6Р0.364.021ТУ, СМП34 и СМП34С. Более подробно о несущих конструкциях см. в [29].

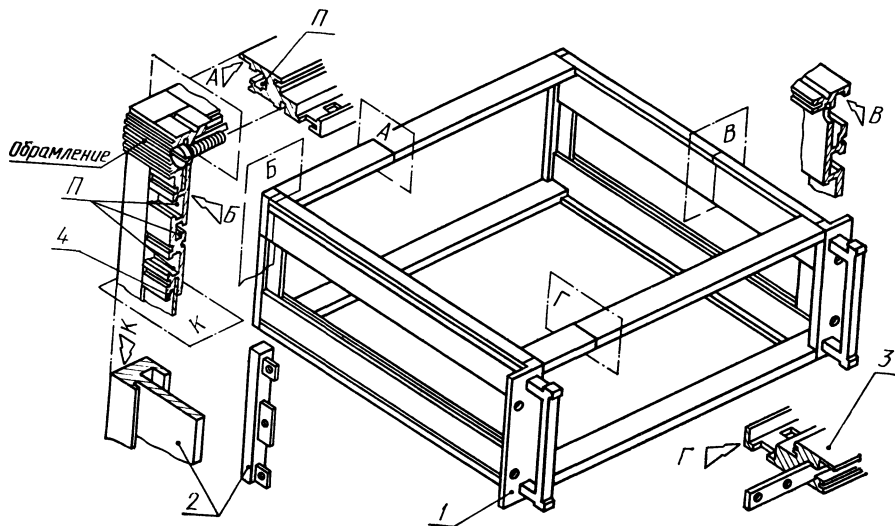


Рис. 7.17. Свинчиваемый каркас унифицированного электронного блока

Несущая конструкция унифицированного блока (см. рис. 4.11, *a*)— корпус, состоящий из каркаса и панелей: лицевой (передней), задней и др. Каркас (рис. 7.17) представляет собой свинчиваемую конструкцию, собранную из унифицированных конструктивных профилей балок, стоек и других элементов с пазами (например, балки 3 и 4 на рис. 7.17 с пазами «П»), в которые можно заложить пластины с резьбовыми отверстиями, гайки для крепления составных частей (пластин, приборов, радиоизделий и др.) и обрамления. Так установлены лицевая, задняя панели и направляющие для печатных узлов. На лицевой панели размещены элементы управления и сигнальные устройства, на задней — соединители, предохранители, вентиляторы и др.

На рис. 7.18 представлен сборочный чертеж каркаса в групповом исполнении, на рис. 7.19 — спецификация одного из исполнений.

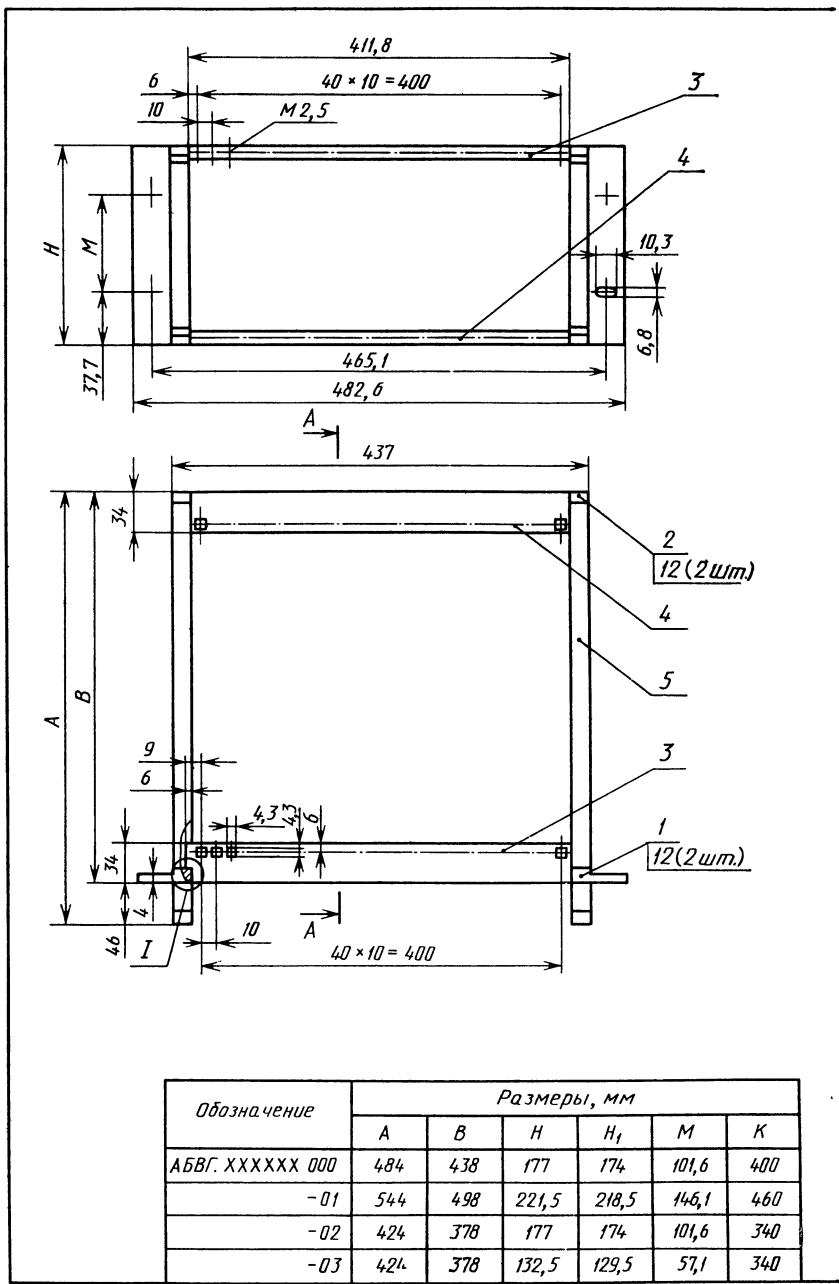
7.3. Компоновка несущих конструкций блока

На рис. 7.20 показаны конструктивные профили, применяемые в электронной промышленности при конструировании каркасов блоков для контрольно-измерительного оборудования и автоматизированных систем управления с учетом требований МС МЭК 297:

- а) стойка с полкой для фланцевого крепления блока (рис. 7.18, поз. 1);
- б) стойка без полки (рис. 7.18, поз. 2);
- в) продольная горизонтальная балка (рис. 7.18, поз. 3,4);
- г) боковая стяжка каркаса (рис. 7.18, поз. 5);
- д) швеллер блока (рис. 7.18, поз. 10);
- е) направляющая для подвижной платы (печатного узла, рис. 4.11, *a*, поз. 12);
- ж) внутренняя стойка (рис. 4.11, *a*, поз. 11);
- з) опорная балка для направляющих (рис. 4.11, поз. 19, 20);
- и) внутренняя опорная балка для составных частей блока (рис. 4.11, поз. 18);
- к) балка для установки электрических соединителей (рис. 4.11, поз. 8,9);
- л) декоративное обрамление балок;
- м, н) декоративное обрамление ручек (рис. 7.18, поз. 8,9).

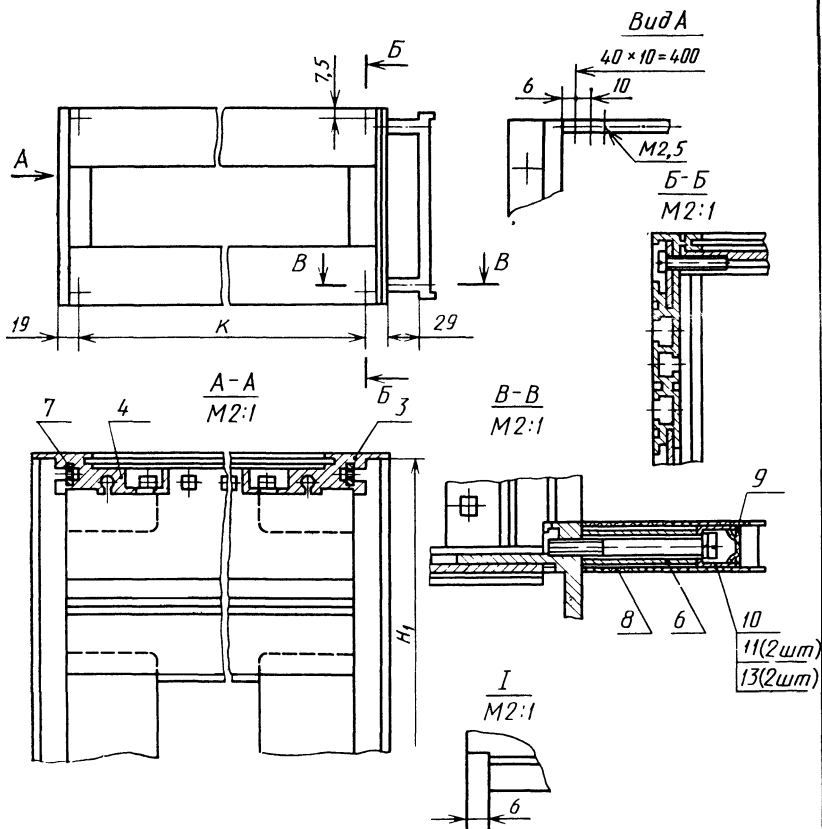
На рис. 7.21 даны детали из арматуры: а) опора направляющей (рис. 4.11, *a*, поз. 13), б) втулка для ручки блока (рис. 7.18, поз. 6). На рис. 7.22, *a* показаны соединения деталей 9,11, 19 (см. рис. 4.11, *a*); на рис. 7.22, *б* — присоединение пластин к внутренней стойке каркаса (профиль на рис. 7.20, *ж*); на рис. 7.22, *в* — установка крышки и задней панели на профилях, приведенных на рис. 7.20, *в*.

На рис. 7.23 ... 7.31 представлены часто применяемые радиоизделия, устанавливаемые в унифицированном каркасе. Отсутствующие размеры принимают «на глаз» исходя из пропорций изображения. Допускается изображать радиоизделия упрощенно, если это не мешает пониманию чертежа.



Обозначение	Размеры, мм					
	A	B	H	H ₁	M	K
АБВГ. ХХХХХХ 000	484	438	177	174	101,6	400
-01	544	498	221,5	218,5	146,1	460
-02	424	378	177	174	101,6	340
-03	424	378	132,5	129,5	57,1	340

Рис. 7.18. Сборочный чертеж каркаса

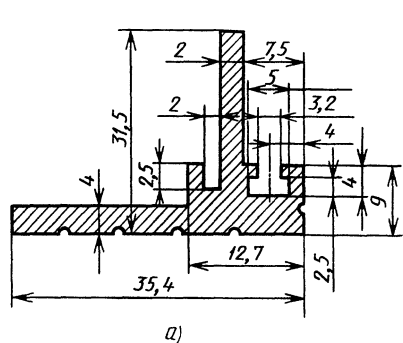


Размеры для справок

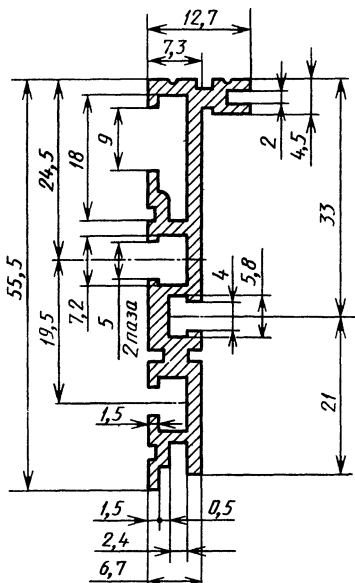
				АБВГ. ХХХХХХ 000 СБ			
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Литера	Масса	Масшт
					0,	2,3	1:1
Разраб					Лист	Листов 1	
Проб							
Т контр.							
И контр							
Утв.							

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечания
			<u>Документация</u>		
A1		АБВГ.ХХХХХХ.000 СБ	Сборочный чертеж		
			<u>Детали</u>		
A4	1	АБВГ.ХХХХХХ.000	Стойка	2	
A4	2	АБВГ.ХХХХХХ.000	Стойка	2	
A3	3	АБВГ.ХХХХХХ.000	Балка	2	
	4	-01	Балка	2	
A3	5	АБВГ.ХХХХХХ.000	Балка	4	
A4	6	АБВГ.ХХХХХХ.000	Втулка	4	
A4	7	АБВГ.ХХХХХХ.000	Планка	4	
A4	8	АБВГ.ХХХХХХ.000	Обрамление	4	
A4	9	АБВГ.ХХХХХХ.000	Обрамление	2	
A4	10	АБВГ.ХХХХХХ.000	Швеллер	2	
			<u>Стандартные изделия</u>		
	11		Винт М4-6дх40.32.036. ГОСТ 1491-80	4	
	12		Винт М4×16.01.016 ГОСТ 10620-80 Шайба 4.65Г.019.	8	
	13		ГОСТ 6402-70	4	
			<u>Переменные данные</u> <u>для исполнений</u>		
...	АБВГ.ХХХХХХ.000-01		
АБВГ.ХХХХХХ.000					
Изм	Лист	№ докум.	Подп	Дата	
Разраб					
Пров					
Т.контр					
И.контр					
Утв					
Каркас				Лист	Лист
				01	1
					3

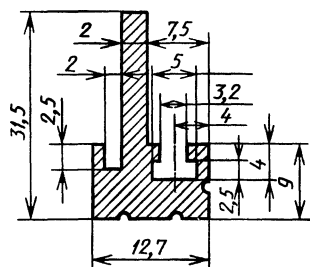
Рис. 7.19. Спецификация каркаса



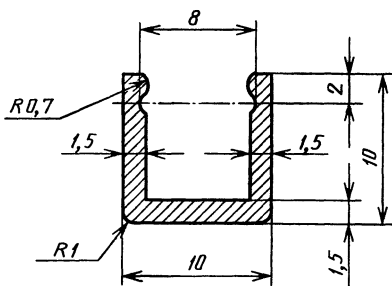
a)



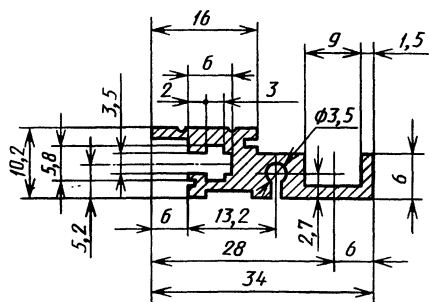
e)



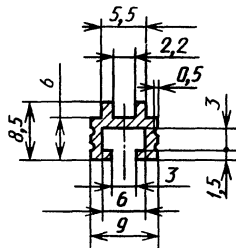
б)



д)



в)



e)

Рис. 7.20. Конструктивные профили

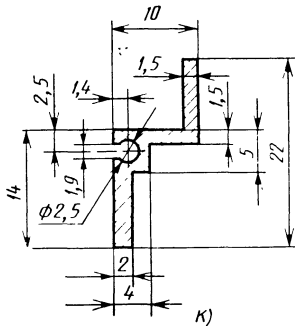
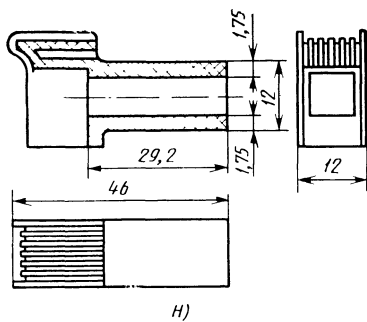
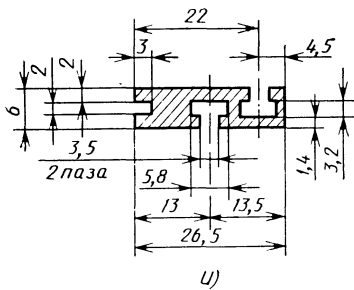
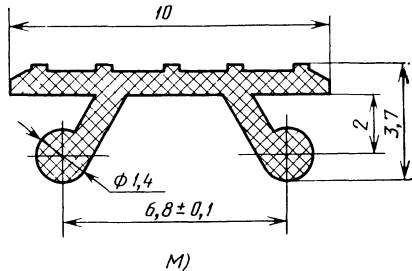
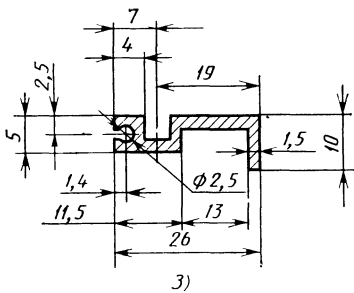
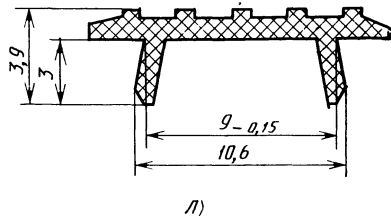
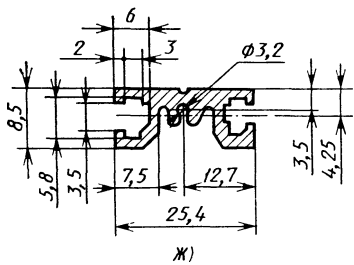


Рис. 7.20. (продолжение)

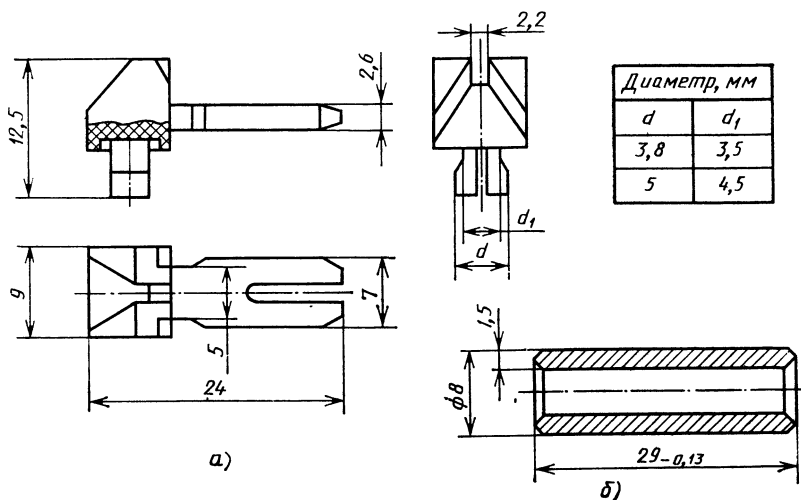


Рис. 7.21. Детали из арматуры:
 а — опора направляющей; б — втулка для ручки блока

7.4. Автоматизация разработки и выполнения конструкторской документации электронного блока

Варианты конструкций электронного блока на основе унифицированного каркаса из свинчиваемых конструктивных профилей (несущая конструкция) отличаются типоразмерами применяемых каркасов и ЭРЭ, устанавливаемыми в них. В связи с этим информационная база системы АКД электронных блоков должна содержать о них графическую информацию в виде моделей ГИ, постоянных или параметрически заданных. На рис. 7.18 приведен сборочный чертеж каркаса с переменными размерами, который может быть рассмотрен как базовый для применения в электронных блоках различных исполнений. Графические изображения составных частей чертежа базовой конструкции могут быть представлены как параметрически управляемые модели ГИ. Пример подпрограммы (п/п) на несущую конструкцию блока приведен на рис. 7.32. В п/п для обеспечения преобразований поворота и масштабирования используется подпрограмма PGI, вызов которой на языке Фортран имеет следующий формат:

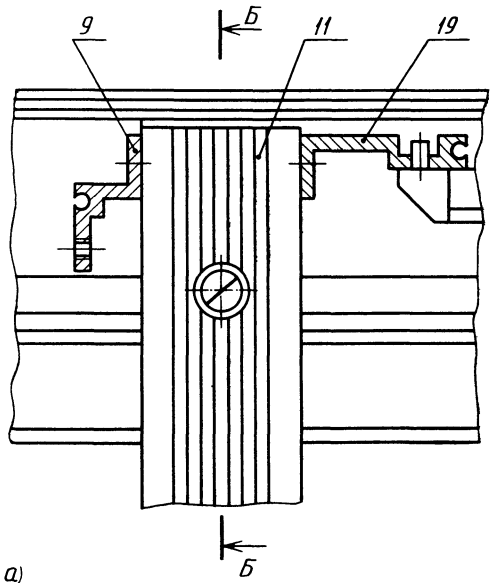
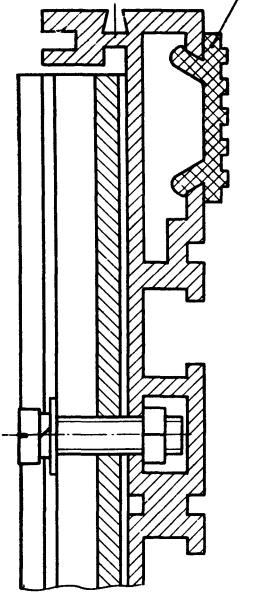
CALL PGI (NAME, X, Y, G, U),

где NAME — имя модели ГИ в соответствии с каталогом; X, Y — координаты опорной точки, мм; G — угол поворота (град.) ГИ вокруг опорной точки; U — коэффициент масштабирования.

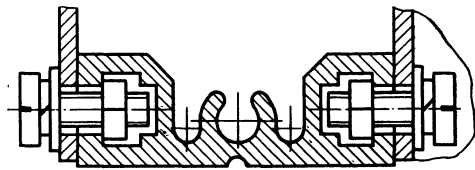
В зависимости от числа и типоразмеров включаемых радиоизделий в информационную базу войдут, помимо базового чертежа изображения составных частей (фрагмент на рис. 4.11, а): стоек 11, направляющих 12 и др. Подпрограммы должны обеспечивать автоматизированное вы-

$\frac{Б-Б}{М2:1}$

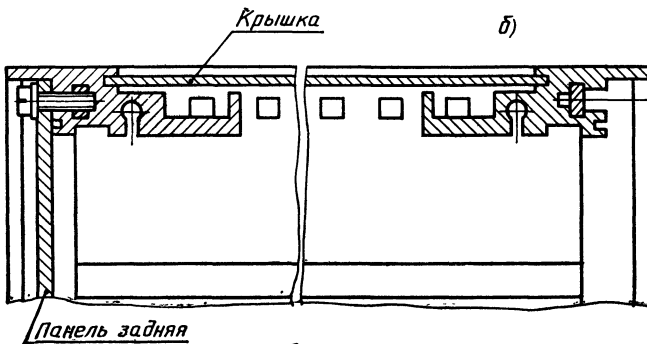
Обрамление



а)



б)



в)

Рис. 7.22. Установка деталей в каркасе

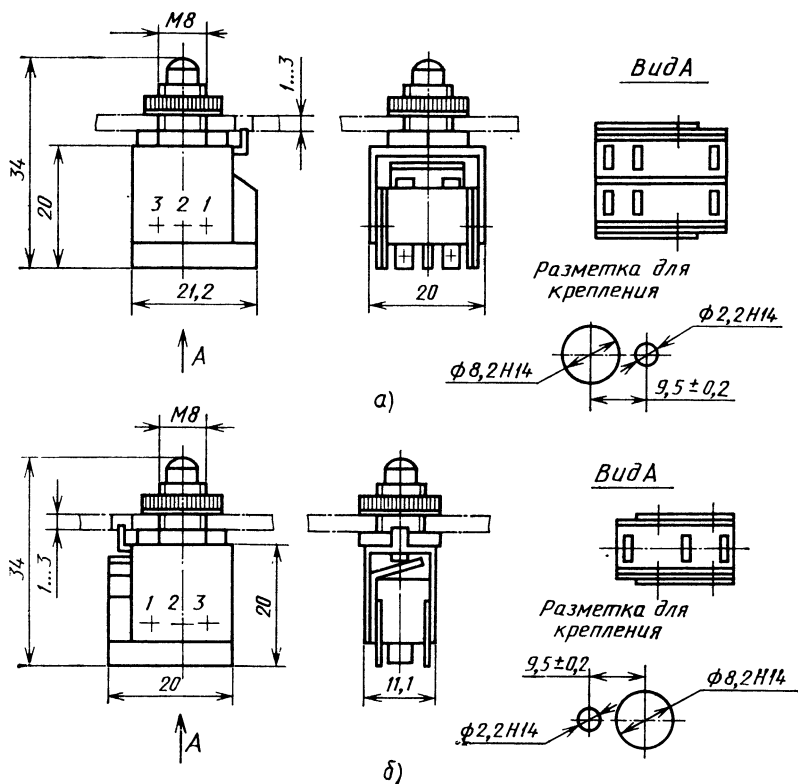


Рис. 7.23. Кнопка КП2 ... ВРО.360.002ТУ (а) и кнопка К-4-1 ... АГО.360.002ТУ (б)

числение их размеров, координат размещения и формирования геометрических изображений на основе библиотеки моделей ГИ унифицированных элементов. Например, для направляющих печатных узлов (12 на рис. 7.18) эти величины зависят от типоразмеров, числа и мест расположения ПП (подпрограмма на рис. 7.33, фрагмент чертежа на рис. 7.34). Структура формирования программ для получения сборочных чертежей электронных блоков представлена на рис. 7.35. Для размещения радиоизделий и других составных частей блока на соответствующих изображениях несущей конструкции создается чертеж ПР (см. гл. 4). Пример чертежа ПР блока, фрагмент аналога которого дан на рис. 4.11 а, приведен на рис. 7.36. Графическое изображение несущей конструкции задается указанием типоразмера корпуса (шифр «003» — типоразмер 3). В случае установки в ряду одинаковых элементов (рис. 7.37) можно указать шифр и координаты одного элемента и расстояния между элементами, отмеченные двумя звездочками.

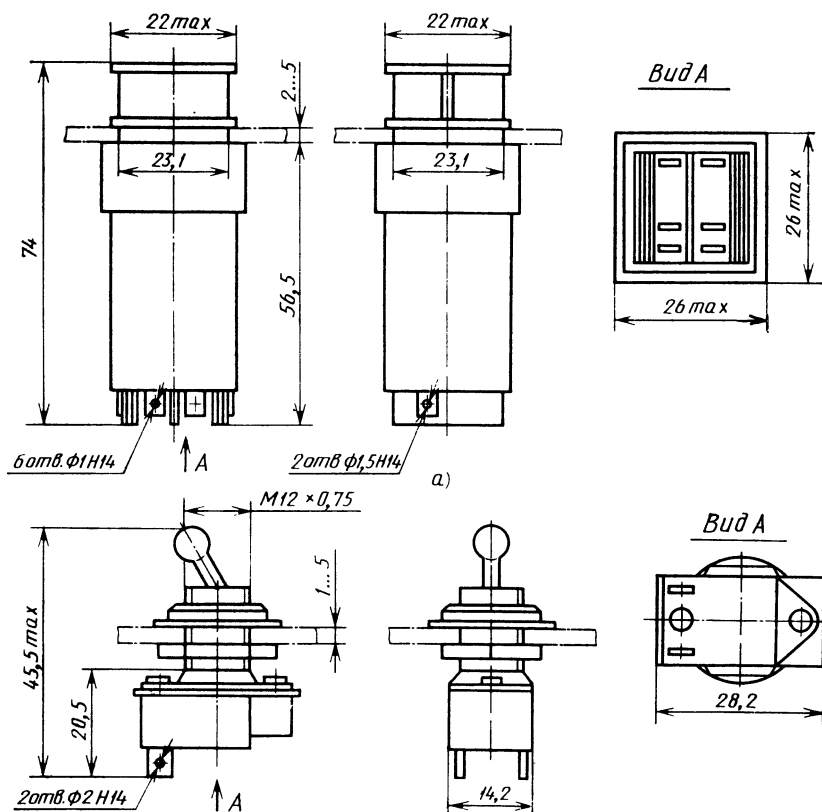
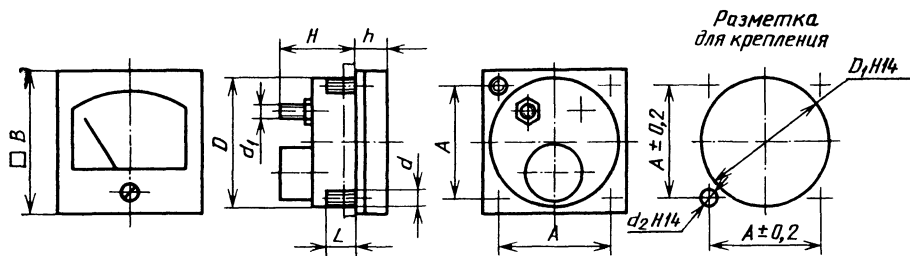


Рис. 7.24. Переключатель П2П1Т-1... ОЮЗ.360.043ТУ (а) и тумблер Т1А... АГО.360.407ТУ (б)

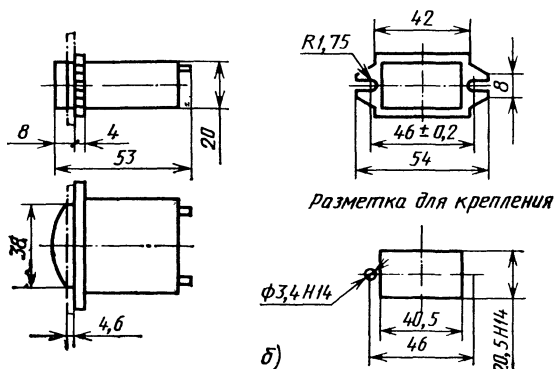
В настоящее время применяют автоматизированное размещение изображений деталей и радиоизделий на изображениях базовой конструкции по координатам одного из изображений (проекций). Например, достаточно задать координаты опорной точки радиоизделия на проекции лицевой панели блока, чтобы автоматически получить координаты его проекций на других проекциях (изображениях), включая необходимые углы поворота (пример п/п дан на рис. 7.38). Подпрограмма размещения радиоизделий в блоке и фрагменты машинных чертежей соответствующего варианта представлены на рис. 7.39 и 7.40.

Процесс формирования сборочного чертежа блока может осуществляться в режиме диалога через алфавитно-цифровой дисплей. На рис. 7.41. приведен пример диалога в интерактивном режиме, когда



Тип прибора	A	B	D	D ₁	d	d ₁	d ₂	H	h	L
M4204	68	80	76	77,5	M4	M4	4,5	34	12	15
M4205	50	60	57	57,5	M3	M4	3,5			
M4206	32	40	37	37,5	M3	M3				

а)



б)

Рис. 7.25. Микроамперметры М4204 ... М4206 ТУ25-04.2222—78 (а) и М4248 ... ТУ25-04.2222—78 (б)

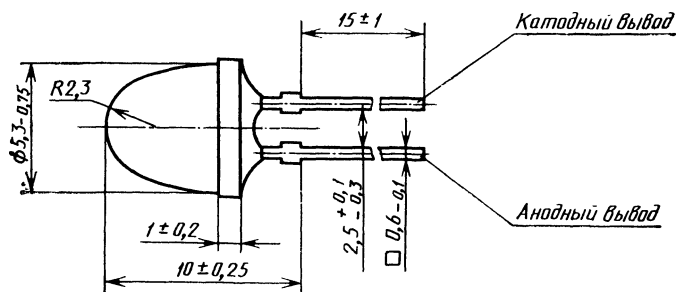


Рис. 7.26. Диод светоизлучающий АЛ 307 ... аО.336.076ТУ

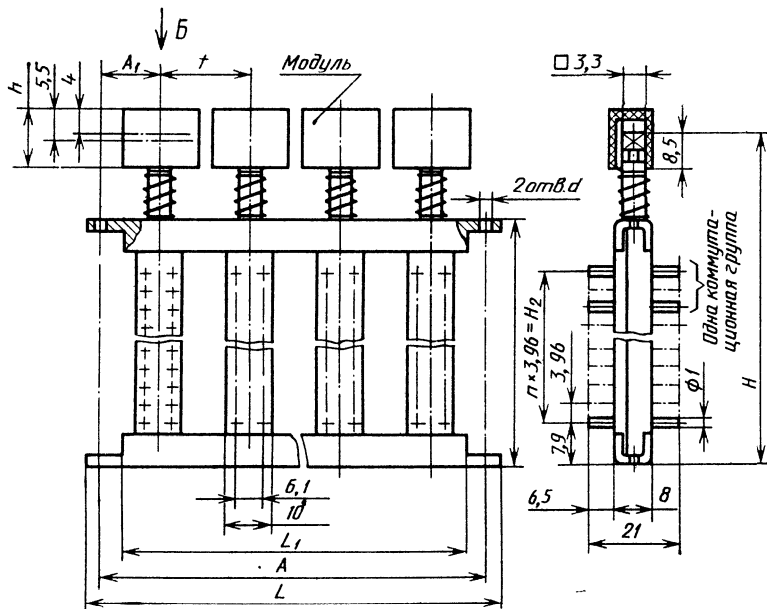
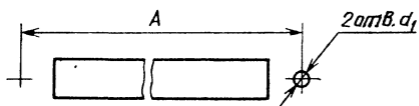


Рис. 7.27 (верх)

Разметка для крепления



Размеры окна устанавливаются потребителем

Рис. 1
Вид Б

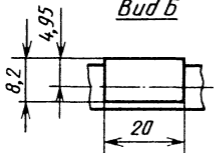
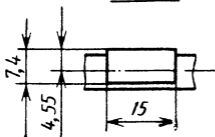


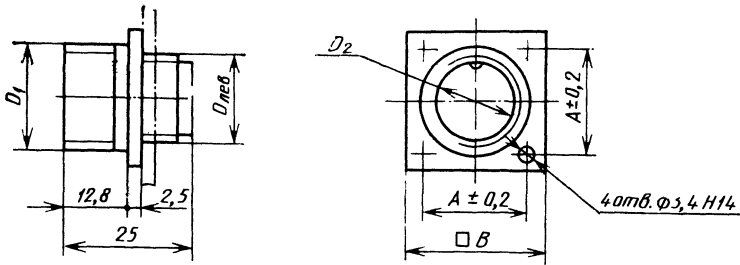
Рис. 2
Вид Б



t, мм	Рис.	Модуль с количеством коммутационных групп																Кол-во модулей	Размеры, мм						
		2		4				6				8				L	L ₁		h	A	A ₁	d	d ₁		
		H _{max} , мм	H _{max} , мм	п	H ₂ , мм	H _{max} , мм	H _{max} , мм	п	H ₂ , мм	H _{max} , мм	H _{max} , мм	п	H ₂ , мм	H _{max} , мм	H _{max} , мм									п	H ₂ , мм
20	1	44	24	2	7,92±0,1	56	36	5	19,8±0,15	68	48	8	31,68±0,2	80	60	11	43,56±0,3	2	50	35	14-0,16	44±0,25	12	3,1 ^{+0,16}	3,5 ^{+0,16}
																		3	70	55		64±0,25			
																		4	90	75		84±0,25			
																		5	110	95		104±0,25			
																		7	150	135		144±0,25			
																		10	210	195		204±0,25			
15	2	44	24	2	7,92±0,1	56	36	5	19,8±0,15	68	48	8	31,68±0,2	80	60	11	43,56±0,3	2	37,6	28	11-0,18	33±0,1	9	2,8 ^{+0,12}	3 ^{+0,12}
																		3	52,6	43		48±0,1			
																		4	67,6	58		63±0,1			
																		5	82,6	73		78±0,1			
																		7	112,6	103		108±0,1			
																		10	157,6	148		153±0,1			

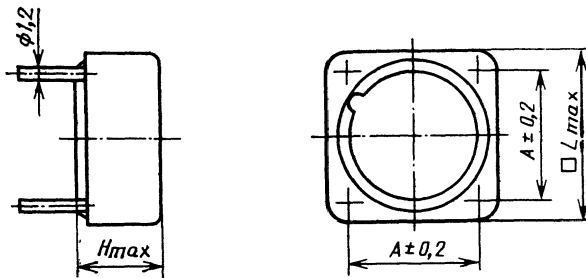
Рис. 7.27 (нпз)

Рис. 7.27. Переключатель П2К ... ЕЩО.360.037ТУ



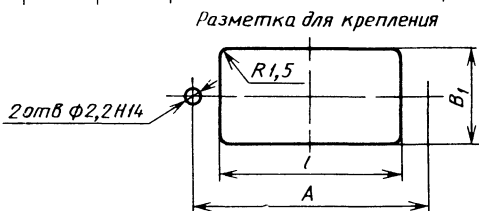
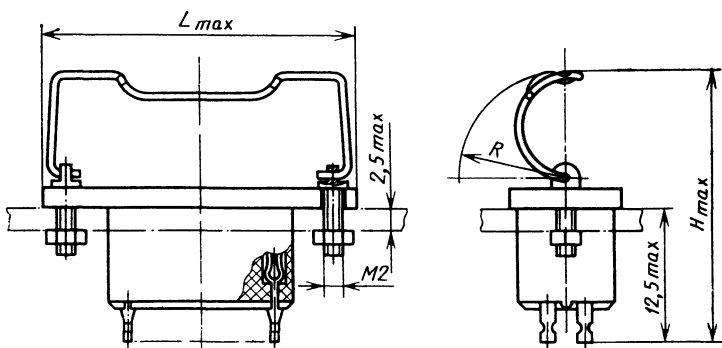
Тип соединителя	D	D_1	D_2	A	B
ОНЦ-РГ-09 7/16 ...	M14	M16	14	17	24
ОНЦ-РГ-09 1/2 ...	M16	M20	18	20	27
ОНЦ-РГ-09 3/4 ...	M39	M42	39	37	46

Рис. 7.29. Вилка ОНЦ ... БРО.364.082ТУ

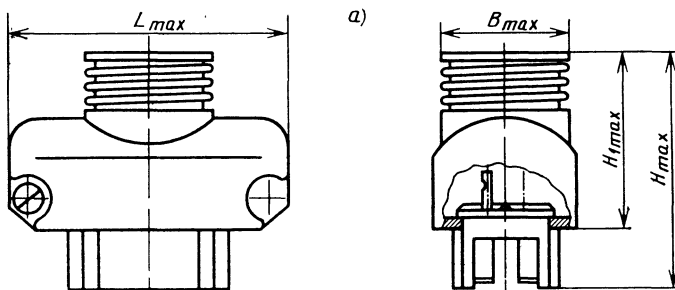


Сокращенное обозначение дросселя	Типоразмер сердечника	Размеры, мм			Масса, г	Комплект конструкторской документации
		H_{max}	L_{max}	A		
Д13-1	K10×6×3	7,5	15	10	5	0Ю4. 777. 029
Д13-6	K12×5×5,5	11	18	12,5	10	0Ю4. 777. 029-05
Д13-16	K19×11×4,8	15,5	29	22,5	40	0Ю4. 777. 029-15
Д13-19	K27×15×5,2	16	36	30	60	0Ю4. 777. 029-18

Рис.7.30. Дроссель Д13 ... АГО.475.007ТУ



Сокращенное обозначение	Кол. конт.	Размеры, мм						Масса, г	
		A	B _{max}	B ₁	H _{max}	L _{max}	l		R
РГ1Н-1-1	4	15,5 ± 0,15	9,0	8H14	27,0	20,0	11H14	10,0 ± 0,5	3,0
РГ1Н-1-4	12	24,4 ± 0,15	12,0	11H14	28,4	29,4	19,5H14	11,5 ± 0,5	5,2
РГ1Н-1-5	16	30,0 ± 0,15	12,0	11H14	29,6	35,0	25H14	12,0 ± 0,5	6,5



Сокращенное обозначение	Кол. конт.	Размеры, мм				Масса, г
		B _{max}	H _{max}	H _{1max}	L _{max}	
РШ2Н-1-5	4	9,5	25,6	18,8	16,0	3,1
РШ2Н-1-23	12	11,8	28,0	21,3	25,5	5,8
РШ2Н-1-29	16	11,8	28,0	21,3	31,0	7,3

б)

Рис. 7.31. Соединитель РГМ... ОЮ0.364.002ТУ:
а — розетка; б — вилка

```

SUBROUTINE BLOK(I,N,X)
C *** НАЗНАЧЕНИЕ ***
C ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ГИ БАЗОВОГО ЧЕРТЕЖА БЛОКА
C *** ВХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ***
C I - ТИПОРАЗМЕР КАРКАСА БЛОКА
C N - КОЛИЧЕСТВО ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ
C X - МАССИВ КООРДИНАТ УСТАНОВКИ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ
C *** ВЫЗЫВАЕМЫЕ ПОДПРОГРАММЫ ***
C PGI - ПРОГРАММА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
C BV - ФОРМИРОВАНИЕ ГИ ВЫРОВА НА ФРОНТАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ БЛОКА
C AA - ФОРМИРОВАНИЕ ГИ ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ
C      НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ БЛОКА
C*****
      DIMENSION X(N)
      BYTE NAME(3)
      DATA NAME(3)/0/
      NAME(2) = I + "60
C ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ГИ ФРОНТАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ
      XB = 75.
      YB = 410.
      XW = X(2)
      NAME(1) = 'B'
      CALL PGI(NAME,XB,YB,0.,1.)
      CALL BV(I,XB,YB,XW)
C ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ГИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ
      XA = 90.
      YA = 50.
      NAME(1) = 'A'
      CALL PGI(NAME,XA,YA,0.,1.)
      CALL AA(I,XA,YA,N,X)
C ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ГИ РАЗРЕЗА А-А НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ БЛОКА
      XS = 415.
      YS = 410.
      NAME(1) = 'S'
      CALL PGI(NAME,XS,YS,0.,1.)
C ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ГИ РАЗРЕЗА Б-Б НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ БЛОКА
      XT = 415.
      YT = 260.
      NAME(1) = 'T'
      CALL PGI(NAME,XT,YT,0.,1.)
      NAME(1) = 'P'
      CALL PGI(NAME,XT+X(N)+35.4,YT,0.,1.)
C ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ГИ ВИДА А НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ БЛОКА
      XH = 370.
      YH = 70.
      NAME(1) = 'H'
      CALL PGI(NAME,XH,YH,0.,1.)
      RETURN
      END

```

Рис. 7.32. Подпрограмма на несущую конструкцию блока

```

SUBROUTINE AA(I,XA,YA,N,X)
C *** НАЗНАЧЕНИЕ ***
C ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ГИ ФРАГМЕНТА УСТАНОВКИ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ
C *** ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ ***
C I - ТИПОРАЗМЕР КАРКАСА
C XA,YA - КООРДИНАТЫ ОПОРНОЙ ТОЧКИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ
C N - КОЛИЧЕСТВО ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ
C X - МАССИВ ЗНАЧЕНИЙ КООРДИНАТ УСТАНОВКИ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ
C *** ВЫЗЫВАЕМЫЕ ПОДПРОГРАММЫ ***
C VAR7-ФОРМИРОВАНИЕ ГИ ФРОНТАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ БАЛКИ 7

```

Рис. 7.33. Подпрограмма установки печатных узлов (начало)


```

С MPL - ФОРМИРОВАНИЕ ГИ ФРОНТАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ НАПРАВЛЯЮЩЕЙ
С ДЛЯ ПЕЧАТНОГО УЗЛА
С*#*****
С AP - ШИРИНА УСТАНОВЛИВАЕМЫХ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ
DIMENSION X(10),AP(4)
DATA AP/100,160,100,100/
APP = AP(I)
XP = XA+35.4
YP = YA+55.5
XP1 = XP+X(N)+12.5
CALL BAR7(XP,YP,XP1)
DO 10 J=1,N
CALL MPL(XP+X(J),YP,APP)
10 CONTINUE
CALL BAR7(XP,YP+AP,XP1)
RETURN
END

```

Рис. 7.33 (окончание)

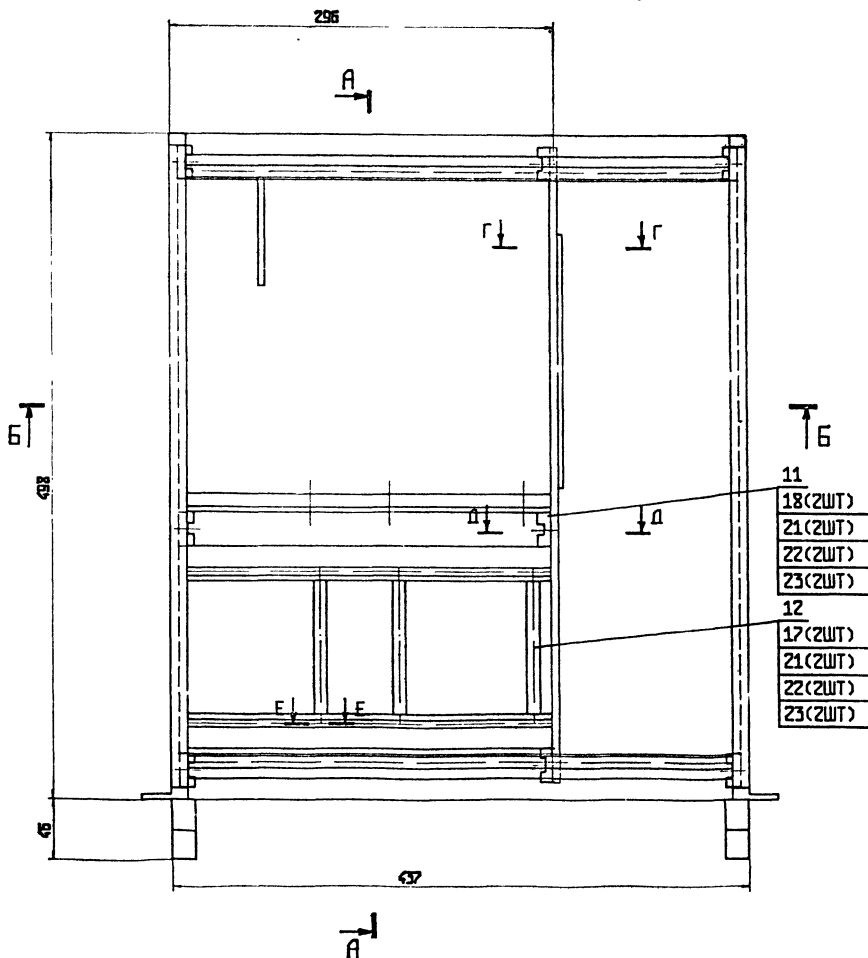


Рис. 7.34. Фрагмент сборочного чертежа корпуса для информационной базы 258

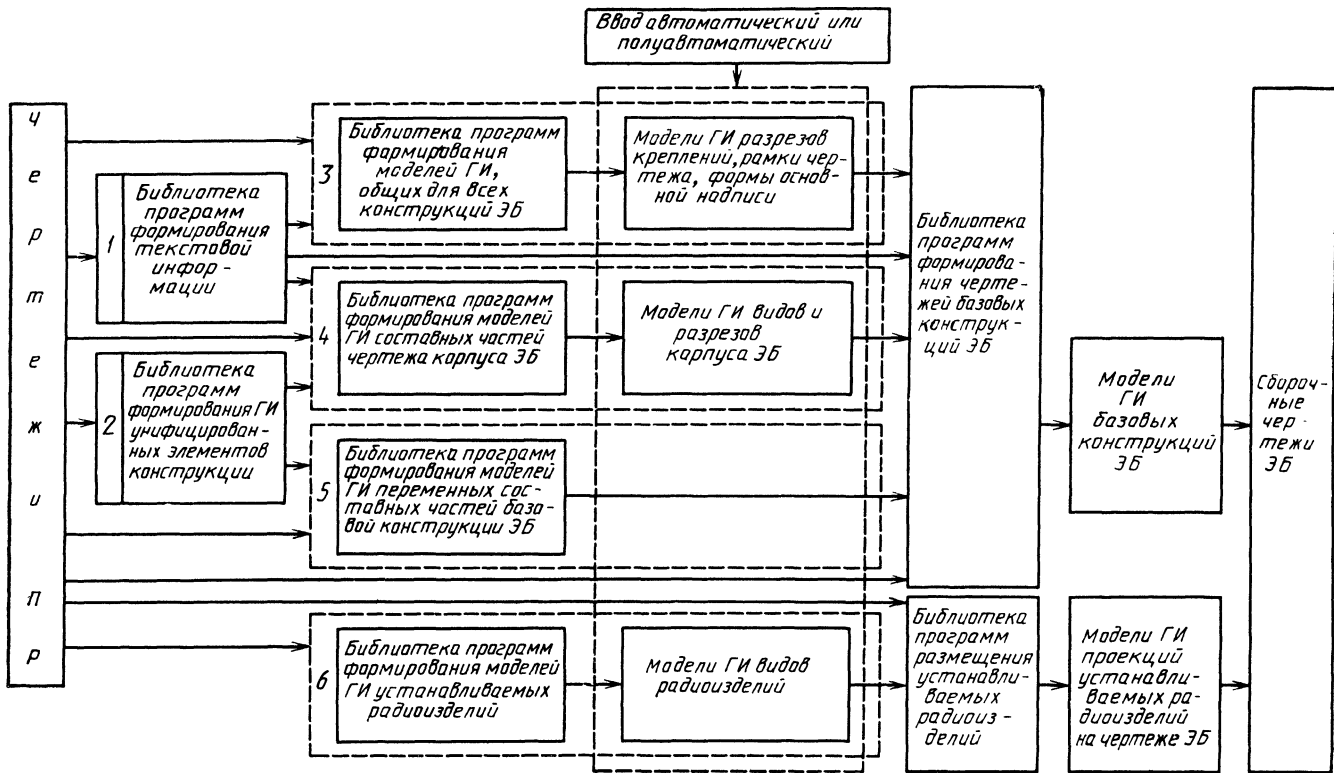


Рис. 7.35. Структура формирования программы

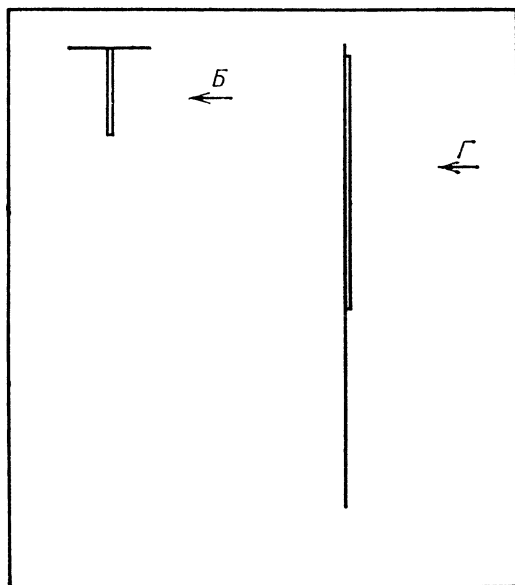
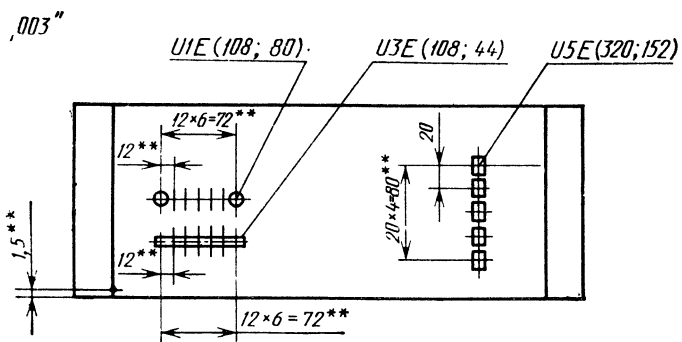


Рис. 7.36. Чертеж для программирования на блок (левая часть)

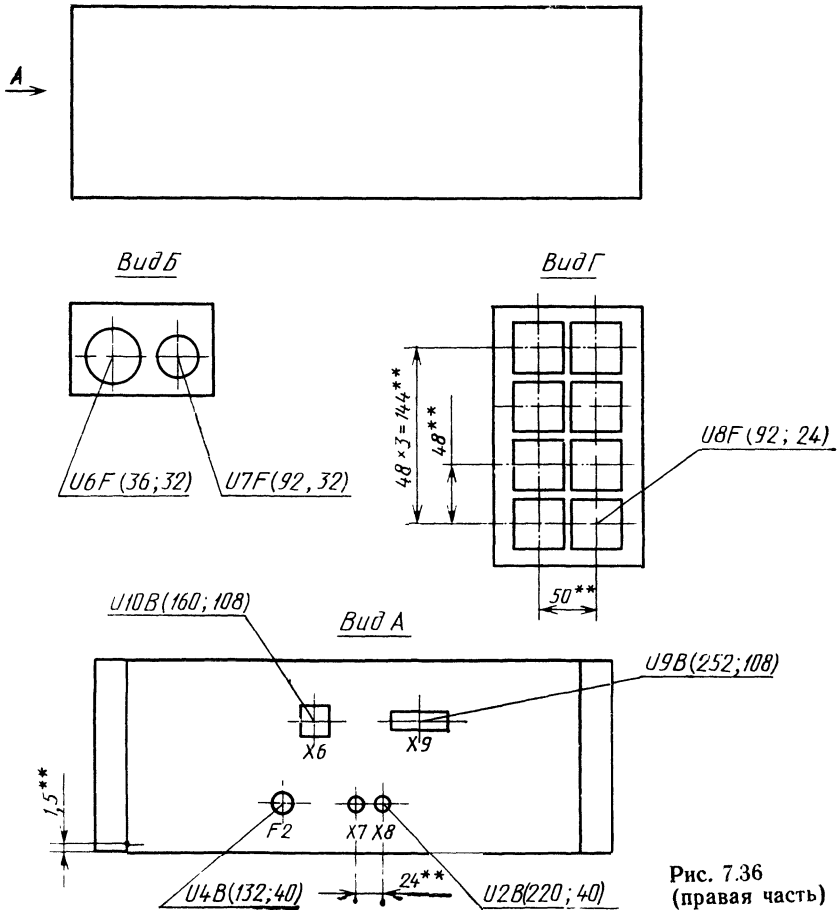


Рис. 7.36 (правая часть)

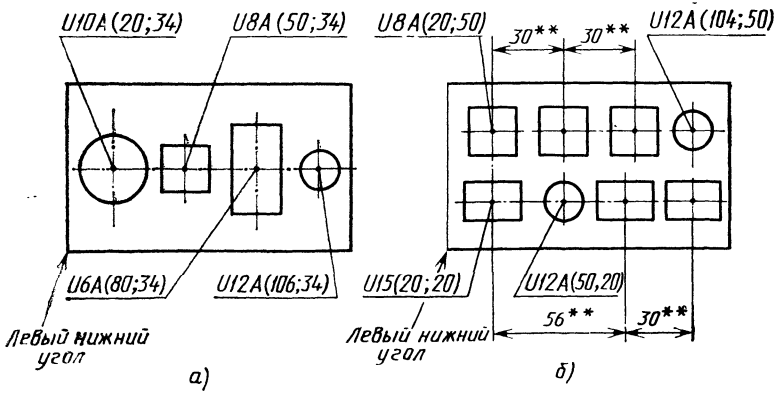


Рис. 7.37. Примеры установки радиоизделий

```

SUBROUTINE TBAZ(XB,YB,XA,YA,IA,ALA,XS,YS,IS,ALS)
C *** НАЗНАЧЕНИЕ ***
C ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОЕКЦИЙ РАДИОИЗДЕЛИЯ,
C УСТАНОВЛЕННОГО НА ЛИЦЕВОЙ ПАНЕЛИ БЛОКА
C *** ВХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ***
C XB,YB - КООРДИНАТЫ ОПОРНОЙ ТОЧКИ РАДИОИЗДЕЛИЯ НА ЛИЦЕВОЙ ПАНЕЛИ
C *** ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ***
C XA,YA,XS,YS - КООРДИНАТЫ ОПОРНОЙ ТОЧКИ ПРОЕКЦИИ РАДИОИЗДЕЛИЯ
C НА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ И ПРОФИЛЬНОЙ ПРОЕКЦИЯХ БЛОКА
C IA (IS)- ПРИЗНАК ВИДИМОСТИ ПРОЕКЦИИ РАДИОИЗДЕЛИЯ НА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ
C (ПРОФИЛЬНОЙ) ПРОЕКЦИИ:
C IA (IS) = 1 ,ЕСЛИ ПРОЕКЦИЯ ВИДИМА,
C IA (IS) = 0 ,ЕСЛИ ПРОЕКЦИЯ НЕВИДИМА,
C ALA (ALS) -УГОЛ ПОВОРОТА ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРОЕКЦИИ РАДИОИЗДЕЛИЯ НА ГОРИ-
C ЗОНТАЛЬНОЙ(ПРОФИЛЬНОЙ)ПРОЕКЦИИ БЛОКА.
C *** ПЕРЕМЕННЫЕ ОБЩЕЙ ОБЛАСТИ R ***
C A,B,H - ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ БЛОКА
C XP1,YP1,XP2,YP2 - КООРДИНАТЫ ОПОРНЫХ ТОЧЕК ПЛАСТИН 13 И 14
C НА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ БЛОКА
C HP1,HP2 - ВЫСОТА ПЛАСТИН 13 И 14 СООТВЕТСТВЕННО
C RA,RB - МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ РАЗРЕЗОВ А-А И Б-Б НА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ
C ПРОЕКЦИИ БЛОКА
C*****
COMMON /R/A,B,H,XP1,YP1,HP1,XP2,YP2,HP2,RA,RB
C
XA=XB
YA=A-B
XS=B-5.
YS=YB
IA=1
IS=1
IF(XA,LT,RA) IS=0
ALA=180.
ALS=-90.
RETURN
END

```

Рис. 7.38. Подпрограмма размещения изображений по координатам одного радиоизделия

```

SUBROUTINE BLOKD
C *** НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ ***
C РАЗМЕЩЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ ПЗК НА ЧЕРТЕЖЕ БАЗОВОЙ
C КОНСТРУКЦИИ БЛОКА.
C *** ВЫЗЫВАЕМЫЕ ПОДПРОГРАММЫ ***
C TBAZ - ПРОГРАММА ВЫЧИСЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОЕКЦИЙ
C РАДИОИЗДЕЛИЯ;
C PGI - ПРОГРАММА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ.
C *** ОБЩАЯ ОБЛАСТЬ /A/ ***
C СОДЕРЖИТ КООРДИНАТЫ ОПОРНЫХ ТОЧЕК ПРОЕКЦИЙ БАЗОВОЙ КОНСТРУКЦИИ БЛОКА.
C *** ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ: ***
C XB,YB - КООРДИНАТЫ ОПОРНОЙ ТОЧКИ ПРОЕКЦИИ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ НА
C ЛИЦЕВОЙ ПАНЕЛИ БЛОКА;
C ALFA - УГОЛ ПОВОРОТА ПРОЕКЦИИ ОТНОСИТЕЛЬНО ИЗОБРАЖЕНИЯ В КАТАЛОГЕ;
C U - КОЭФФИЦИЕНТ МАСШТАБИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ.
C IS - ПРИЗНАК ВИДИМОСТИ ПРОЕКЦИИ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ В РАЗРЕЗЕ А-А.
C 'U77,..' - ОБОЗНАЧЕНИЯ ПРОЕКЦИЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ В КАТАЛОГЕ.
C*****
COMMON A/ XB,YB, XBA, YBA, XBS, YBS
DATA XB/320./, YB/40./, ALFA/90./, U/0.5/
C

```

Рис. 7.39. Подпрограмма размещения радиоизделий в блоке (начало)

```

CALL TBAZ( XB, YB, XA, YA, IA, ALA, XS, YS, IS, ALS)
CALL PGI( 'U77A', XBB+XB, YBB+YB, ALFA, U)
IF( ALFA .EQ. 0.) GOTO 20
CALL PGI( 'U77CN', XBA+XA, YBA+YA, ALA, U)
IF( IS .EQ. 0) GOTO 30
CALL PGI( 'U77BN', XBS+XS, YBS+YS, ALS, U)
GO TO 30
20 CALL PGI( 'U77BN', XBA+XA, YBA+YA, ALA, U)
IF( IS .EQ. 0) GOTO 30
CALL PGI( 'U77CN', XBS+XS, YBS+YS, ALS, U)
RETURN
END

```

Рис. 7.39 (окончание)

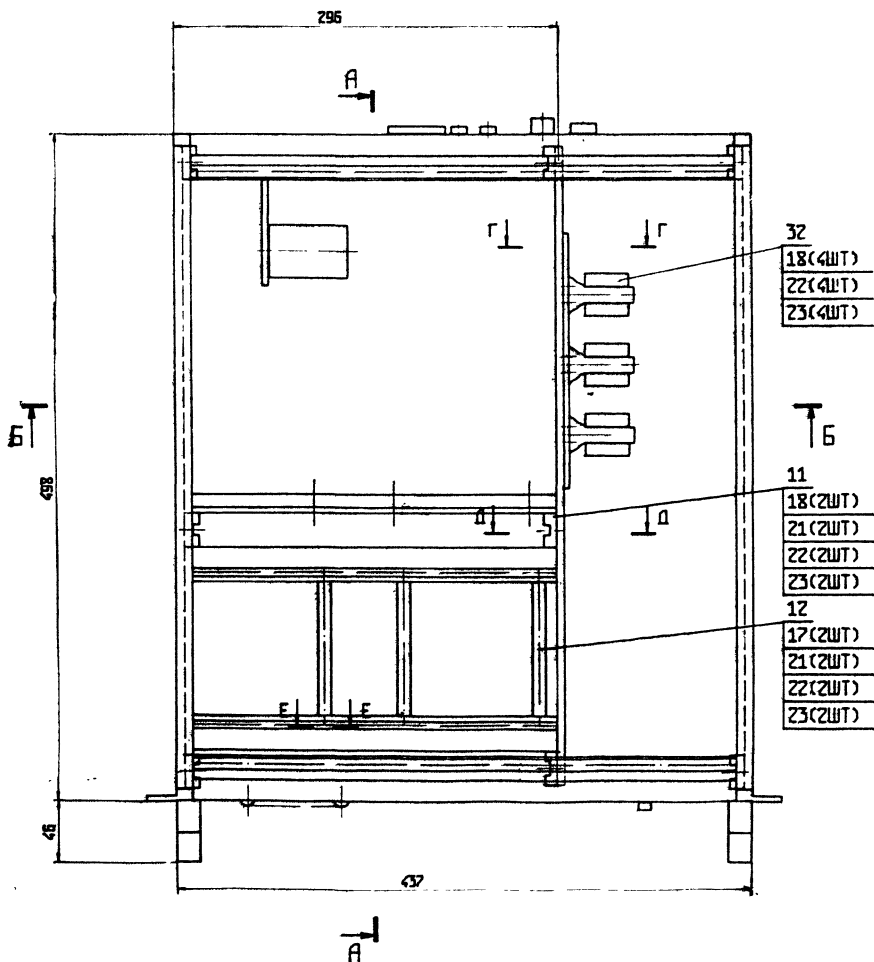


Рис. 7.40. Машинный чертёж варианта блока (фрагмент)

ВОПРОС	ПРИМЕР ОТВЕТА
1. ЗАДАЙТЕ ТИП КОРПУСА (ОТ 1 ДО 4)	1
2. СКОЛЬКО ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ УСТАНОВЛЕНО В БЛОКЕ?	3
3. ЗАДАЙТЕ РАССТОЯНИЯ ОТ ЛЕВОЙ ПОПЕРЕЧНОЙ БАЛКИ ДО НАПРАВЛЯЮЩИХ ДЛЯ ПЛАТ	50 80 130
4. ГДЕ БУДУТ УСТАНОВЛЕНЫ РАДИОИЗДЕЛИЯ: 1 - НА ЛИЦЕВОЙ ПАНЕЛИ 2 - НА ЗАДНЕЙ ПАНЕЛИ 3 - НА ПЛАСТИНЕ 13 4 - НА ПЛАСТИНЕ 14 УКАЖИТЕ НОМЕР ОТВЕТА	1
5. СКОЛЬКО РАДИОИЗДЕЛИЙ БУДЕТ РАЗМЕЩЕНО НА ЭТОЙ ПАНЕЛИ (ПЛАСТИНЕ)?	6
6. УКАЖИТЕ ШИФР РАЗМЕЩАЕМОГО РАДИОИЗДЕЛИЯ СОГЛАСНО КАТАЛОГУ МОДЕЛЕЙ ГИ	U77
7. ВВЕДИТЕ ЧЕРЕЗ ЗАПЯТУЮ КООРДИНАТЫ ОПОРНОЙ ТОЧКИ ПРОЕКЦИИ РАДИОИЗДЕЛИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ОПОРНОЙ ТОЧКИ ПЛАСТИНЫ (ПАНЕЛИ)	208,16
8. УКАЖИТЕ УГОЛ ПОВОРОТА ПРОЕКЦИИ РАДИОИЗДЕЛИЯ	90
9. ЕСЛИ РАБОТА ЗАКОНЧЕНА ВВЕДИТЕ СИМВОЛ <Ф>, ДЛЯ ПРОДОЛЖЕНИЯ РАБОТЫ ВВЕДИТЕ СИМВОЛ <I>.	Ф

Рис. 7.41. Пример формирования сборочного чертежа в режиме диалога

Глава 8.

Чертежи интегральных микросхем

8.1. Общие сведения

Согласно ГОСТ 17021—75 (СТ СЭВ 1623—79) «Микросхемы интегральные. Термины и определения» **интегральная микросхема (ИС)** — микроэлектронное изделие, выполняющее определенную функцию преобразования и обработки сигнала и (или) накопления информации, имеющее высокую плотность упаковки электрически соединенных элементов (или элементов и компонентов) или кристаллов, которое с точки зрения требований к испытаниям, приемке, поставке и эксплуатации рассматривается как единое целое.

Элемент интегральной микросхемы — часть интегральной микросхемы, реализующая функцию какого-либо электрорадиоэлемента, которая выполнена нераздельно от кристалла или подложки и не может

быть выделена как самостоятельное изделие с точки зрения требований к испытаниям, приемке, поставке и эксплуатации.

Компонент интегральной микросхемы — часть интегральной микросхемы, реализующая функции какого-либо электрорадиоэлемента, которая может быть выделена как самостоятельное изделие с точки зрения требований к испытаниям, приемке, поставке и эксплуатации.

Полупроводниковая интегральная микросхема — интегральная микросхема, все элементы и межэлементные соединения которой выполнены в объеме и на поверхности полупроводника.

Большая интегральная микросхема (БИС) — интегральная микросхема, содержащая: 500 и более элементов, изготовленных по биполярной технологии; 1000 и более элементов, изготовленных по МДП-технологии (МДП — металл — диэлектрик — полупроводник).

Пленочная интегральная микросхема — интегральная микросхема, все элементы и межэлементные соединения которой выполнены в виде пленок.

Частными случаями являются тонкопленочные интегральные микросхемы, пассивные электрорадиоэлементы которых изготовлены в виде совокупности тонких (менее 1 мкм) пленок, и толстопленочные толщиной 10 ...15 мкм.

Гибридная интегральная микросхема — интегральная микросхема, содержащая кроме элементов компоненты и (или) кристаллы.

Подложка интегральной микросхемы — заготовка, предназначенная для нанесения на нее элементов гибридных и пленочных интегральных микросхем, межэлементных и (или) межкомпонентных соединений, а также контактных площадок.

Плата интегральной микросхемы — часть подложки (подложка) гибридной (пленочной) интегральной микросхемы, на поверхности которой нанесены пленочные элементы микросхемы, межэлементные и межкомпонентные соединения и контактные площадки.

Полупроводниковая пластина — заготовка из полупроводникового материала, используемая для изготовления полупроводниковой интегральной микросхемы.

Кристалл интегральной микросхемы — часть полупроводниковой пластины, в объеме и на поверхности которой сформированы элементы полупроводниковой интегральной микросхемы, межэлементные соединения и контактные площадки.

Согласно ОСТ 11 073.915—80 интегральные микросхемы подразделяются по конструктивно-технологическому исполнению на три группы, которым присваивают следующие обозначения:

1,5,6,7 — полупроводниковые;

2,4,8 — гибридные;

3 — прочие (пленочные, вакуумные, керамические и т. д.).

По функциональному назначению микросхемы подразделяются на подгруппы и виды с буквенными обозначениями подгруппы (Л, Ф, В, ...) и вида (ЛИ, ЛН, ...), например: Подгруппа Логические элементы: эле-

мент И — ЛИ; элемент НЕ — ЛН; элемент ИЛИ — ЛЛ. Подгруппа Фильтры: верхних частот — ФВ; нижних частот — ФН. Подгруппа Схемы вычислительных средств: микроЭВМ — ВЕ; микропроцессоры — ВМ; микрокалькуляторы — ВХ.

Обозначение микросхемы состоит из следующих элементов:

первый элемент — цифра, обозначающая группу микросхемы;

второй элемент — три цифры (от 000 до 999) или две цифры (от 00 до 99), обозначающие порядковый номер разработки серии микросхем;

третий элемент — две буквы, обозначающие подгруппу и вид микросхемы;

четвертый элемент — условный номер разработки микросхемы по функциональному признаку в данной серии.

Два первых элемента обозначают серию микросхемы. Пример условного обозначения полупроводниковой микросхемы — логического элемента И — НЕ с порядковым номером разработки серии 33, порядковым номером разработки микросхемы в данной серии по функциональному признаку 1: 133ЛА1.

Для микросхем, используемых в устройствах широкого применения, в начале обозначения добавляют букву К, например К1500. Для бескорпусных микросхем после обозначения порядкового номера разработки микросхемы (или дополнительного буквенного обозначения, характеризующего микросхему по электрическим характеристикам) через дефис указывают цифру, характеризующую модификацию конструктивного исполнения в соответствии с таблицей. Перед цифровым обозначением серии добавляют букву Б, например: Б106ЛБ1-1 — микросхема серии Б106-1 в бескорпусном исполнении с гибкими выводами.

Обозначения модификаций конструктивного исполнения микросхем: 1 — с гибкими выводами (проволочными, диаметром не более 0,25 мм); 2 — с ленточными (с толщиной ленты не более 0,3 мм) выводами (в том числе на полиамидной пленке); 3 — с жесткими выводами (например, шариковыми и столбиковыми с диаметром до 0,5 мм); 4 — на общей пластине (неразделенные); 5 — на общей пластине, разделенные без потери ориентировки (например, наклеенные на пленку).

Для характеристики материала и типа корпуса перед цифровым обозначением серии добавляют буквы, например: Е — для металлополимерного корпуса типа 2, А — для пластмассового корпуса типа 4, и т. д. Присвоение обозначений микросхемам производит головная организация по стандартизации в централизованном порядке.

Микросборка — микроэлектронное изделие, выполняющее определенную функцию обработки, хранения и передачи сигнала, проектируемое для конкретной РЭА с целью улучшения показателей ее миниатюризации, состоящее из элементов и компонентов, размещенных на общем конструктивном элементе — подложке или кристалле (ОСТ 4 ГО. 070.210 «Микросборки. Термины и определения»). Элемент микро-

сборки — ее часть, реализующая функцию какого-либо электрорадио- или другого функционального элемента, которая выполнена нераздельно от кристалла или подложки и не может быть выделена как самостоятельное изделие с точки зрения требований к испытаниям, приемке, поставке и эксплуатации.

Сборочные чертежи микросборок выполняют как базовые, содержащие: изображение микросборки; размеры и предельные отклонения; методы крепления платы к основанию; методы герметизации микросборки и показатель герметичности; данные о маркировке, месте и способе нанесения; ссылку на базовые технические условия (при необходимости).

Чертеж исполнения микросборки в корпусе должен содержать: изображение платы с монтажом компонентов, где указывают обозначение элементов и компонентов в соответствии с электрической принципиальной схемой, обозначение выводов микросборки, позиции составных частей; сведения о размерах; метод установки компонентов на плату и требование к монтажу их выводов или ссылку на ОСТ 4 ГО.010.220 с указанием вариантов; ссылку на ТУ микросборки (при необходимости).

Допускается показывать упрощенное изображение платы и не наносить на чертеже номера позиций составных частей, если их позиционные обозначения указаны в спецификации как «прочие изделия».

Классификацию и условные обозначения микросборок, предназначенных для использования в РЭА, устанавливает ОСТ 4 ГО. 005.210—85. Микросборки классифицируют по функциональному назначению с соответствующим буквенным обозначением, например:

- генератор гармонических сигналов — ГС;
- детектор амплитудный — ДА;
- логический элемент И — ЛИ;
- логический элемент И — ИЛИ — ЛС;
- преобразователь сигналов частоты — ПС;
- триггер счетный (типа Т) — ТГ;
- усилитель высокой частоты — УВ;
- фильтр верхних частот — ФВ и т. д.

Обозначение микросборок должно состоять из следующих элементов: первый элемент — две буквы, обозначающие функциональное назначение микросборки; второй элемент — порядковый регистрационный номер (от 000 до 999) разработки микросборки данного функционального назначения. Структура обозначения:

XX XXX

порядковый регистрационный номер разработки микросборки
функциональное назначение микросборки

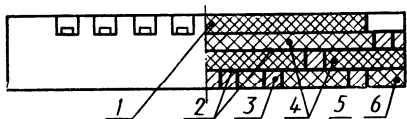
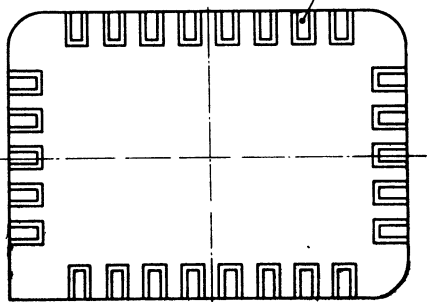


Рис. 8.1. Многослойная керамическая плата:

1, 4, 6 — слои платы; 2 — пленочные проводники; 3 — контактные переходы; 5 — контакт



Пример условного обозначения аналоговой микросборки усилителя высокой частоты с порядковым регистрационным номером разработки данного функционального назначения 035: УВ035. При необходимости после обозначения порядкового регистрационного номера микросборки дополнительно указывают буквенное обозначение, характеризующее отличие одной микросборки конкретного типа

по электрическим параметрам. В начале условного обозначения микросборок, предназначенных для использования в устройствах широкого применения, добавляется буква К, например КУВ035.

Многослойные керамические платы получают путем спекания слоев из пластифицированной керамической ленты СД-1. Элементы электрической схемы многослойной керамической микросхемы проектируют в виде пленочных элементов, расположенных в нескольких слоях керамической платы. Связи между элементами схемы осуществляются посредством пленочных проводников, расположенных на внутренних слоях керамической платы, соединенных контактными переходами. Пленочные элементы (резисторы, конденсаторы и контактные площадки под компоненты) располагают в верхнем слое. Компоненты присоединяют к контактным площадкам пайкой, сваркой или другими способами. Материал керамической платы — «Поликор» ТУ 11—78 аЯО.927.002ТУ.

Таблица 8.1

Материалы подложек и плат интегральных гибридных микросхем (ОСТ 11 073.002—75)

Материал	Нормативно-технический документ	Материал	Нормативно-технический документ
Стекло электровакуумное С41-1, С48-3 Ситалл СТ50-1, СТ38-1 Глазурь Г900-1	ОСТ 11 027.010—75 ОСТ 11 ПО.094.022—72 ЩИО.027.000ТУ	Керамический алумооксидный материал ВК94-1 Керамический корундовый материал «Поликор»	ТУ 11—78 аЯО.027.002ТУ

Вариант конструкции многослойной керамической платы представлен на рис. 8.1. Внутрислойные пленочные проводники изготовляют методом сеткографии из молибденовых паст, межслойные контактные переходы — из молибденовой ленты.

Материалы подложек и плат интегральных гибридных микросхем даны в табл. 8.1. Проводящие элементы, резисторы, контактные площадки, диэлектрики и межслойная изоляция выполняются в виде паст методом сеткографии. В качестве компонентов в многослойных керамических микросхемах и гибридных микросхемах применяют бескорпусные диоды и диодные матрицы, бескорпусные транзисторы и транзисторные матрицы, корпусные транзисторы и диоды в миниатюрном исполнении, бескорпусные полупроводниковые микросхемы, конденсаторы, трансформаторы с гибкими и жесткими выводами. Компоненты устанавливают на плату методом приклейки или пайки. Располагать компоненты рекомендуется рядами, параллельными сторонам платы. Выводы длиной более 3 мм закрепляют точками клея на основе эпоксидно-диановых смол ЭД-20, ЭД-16.

8.2. Топологические чертежи гибридных интегральных микросхем

Чертеж, определяющий взаимное расположение всех элементов микросхемы и их соединение на плате (подложке) согласно принципиальной электрической схеме с учетом технологии изготовления, называют **топологическим**.

На рис. 8.2—8.4 приведены примеры топологических чертежей толстопленочной гибридной микросхемы. Как правило, топологические чертежи выполняют на нескольких листах: на первом (или первом и втором при наличии элементов на двух сторонах платы) — изображение подложки со всеми нанесенными на нее слоями (элементами соединения, контактные площадки и т. п.), на последующих — изображение слоев (отдельный чертеж на каждый слой). По топологическим чертежам изготовляют маски или фотошаблоны для получения соответствующих пленочных элементов. На первом (первом и втором) листе указывают позиционные обозначения изображенных элементов в соответствии с электрической схемой и номера контактных площадок. Начало нумерации периферийных контактных площадок предпочтительно начинать с левого нижнего угла в направлении против часовой стрелки. Внутренние площадки, предназначенные для контроля, нумеруют дальнешими порядковыми номерами сверху вниз в направлении слева направо.

Размеры элементов и их расположение задают методом координат, как показано на рис. 8.5, либо с указанием значений в таблице по форме, приведенной на рис. 8.6 (таблица размеров слоя, изображенного на рис. 8.4). В таблицу вносят размеры положения всех вершин элементов. Нумерацию в пределах каждого элемента начинают с крайней левой нижней вершины, имеющей наименьшее значение координаты x , и продолжают по часовой стрелке; нумерацию вершин элемен-

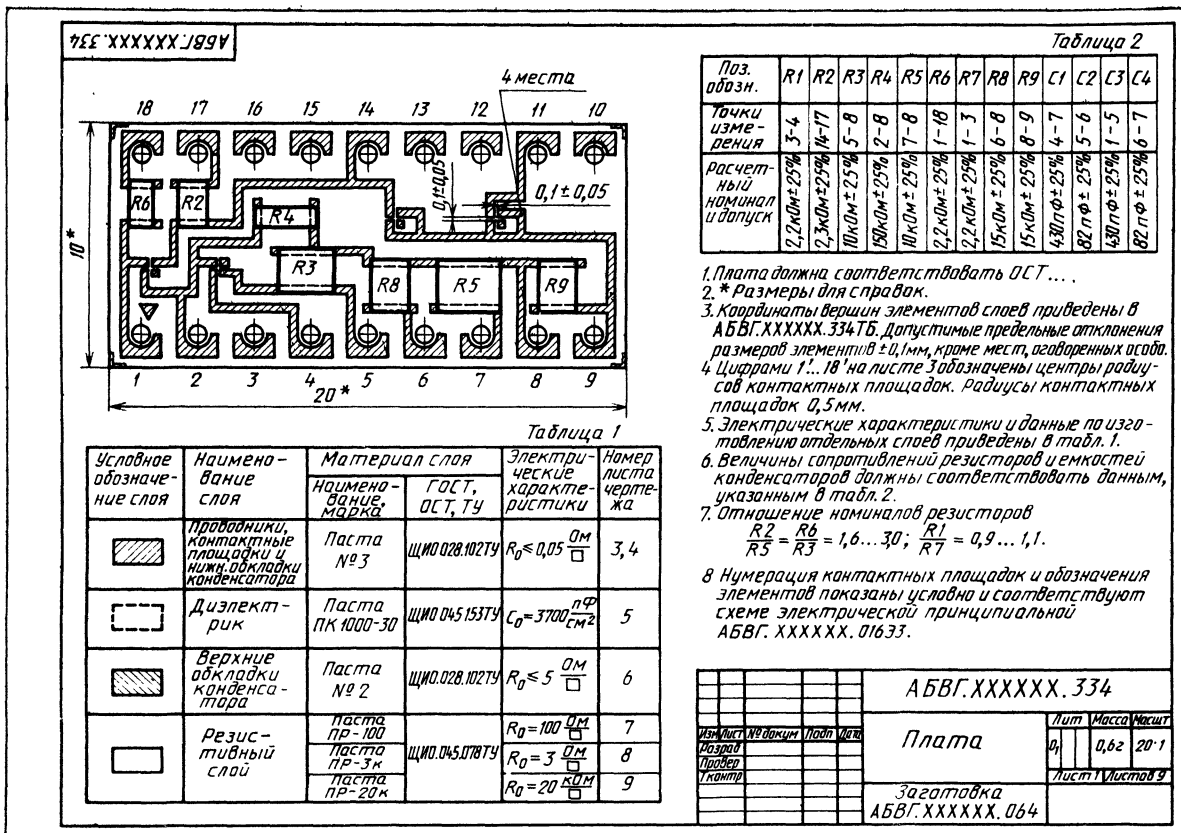


Рис. 8.2. Топологический чертеж толсто пленочной гибридной интегральной микросхемы. В углах обозначены технологические (реперные) знаки

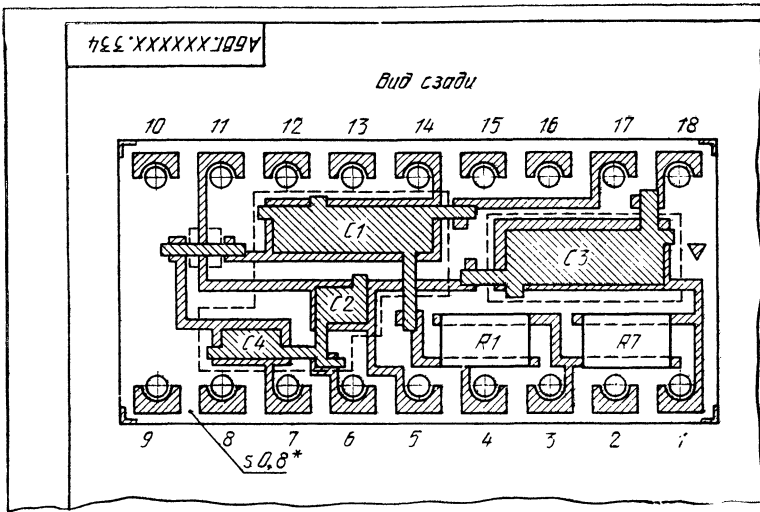


Рис. 8.3. Топологический чертеж толстопленочной гибридной интегральной микросхемы (вид сзади), лист 2

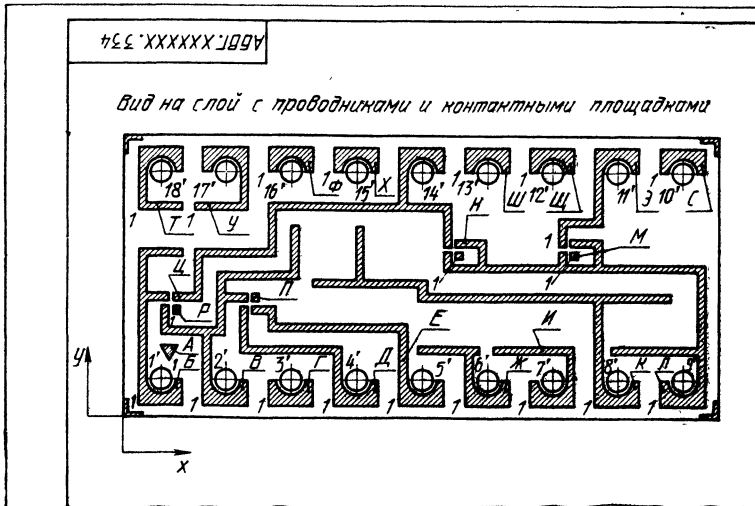


Рис. 8.4. Топологический чертеж толстопленочной гибридной интегральной микросхемы (вид на слой), лист 3

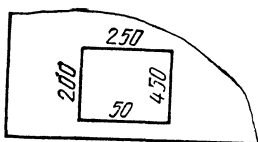


Рис. 8.5. Способ простановки размеров элементов на топологическом чертеже

Координаты точек к листу № 3							
Обозначен. элемента	Номер точки	Координаты, мм		Обозначен. элемента	Номер точки	Координаты, мм	
		x	y			x	y
А	1	0,6	0,8	В	6	0,65	1,2
	2	0,5	1,0		7	1,3	1,2
	3	0,7	1,0		8	1,3	1,9
Б	1	0,25	0,15		9	2,3	1,9
	2	0,25	2,2		10	2,3	2,5
	3	0,9	2,2		11	2,4	2,5
	4	0,9	2,1		12	2,4	1,8
	5	0,35	2,1		13	1,4	1,8
	6	0,35	1,65		14	1,4	1,6
	7	0,6	1,65		15	1,7	1,6
	8	0,6	1,55		16	1,7	1,5
	9	0,35	1,55		17	1,4	1,5
	10	0,7	0,5	18	1,4	1,05	
В	11	0,8	0,5	19	1,2	1,05	
	12	0,8	0,15	20	1,6	0,5	
	1	1,1	0,15	21	1,7	0,5	
	2	1,1	1,05	22	1,7	0,15	
	3	0,55	1,05	Г	1	2,0	0,15
Г	4	0,55	1,5	2	2,0	0,5	
	5	0,65	1,5	3	и так далее		

				АБВГ.ХХХХХХ.334ТБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.							
Провер.							
Т. контр.							
Н. контр.							
Утв.							
					Лист 1 из 6		
					Таблица		

Рис. 8.6. Таблица координат к топологическому чертежу

Основные конструкторские требования и технологические ограничения изготовления толстопленочных гибридных интегральных микросхем

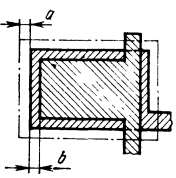
Рисунок	Требование или ограничение	Обозначение	Размер, мм
	Минимальное расстояние от края платы до края отверстия	a	0,5
	Минимальное расстояние от пленочного элемента до края платы	a	0,1
	Минимальное расстояние между пленочными элементами в разных слоях	a	0,4
	Минимальный размер резистора и его расположение относительно проводников	L b a	0,8 0,8 0,2
	Минимальные размеры взаимного расположения слоев конденсатора	a b	0,2 0,3
	Минимальная ширина проводника в зависимости от тока, А: 6,0 3,0 2,0 1,0 0,3 Минимальная ширина при пайке к проводнику гибких выводов компонентов	b	1,0 0,80 0,60 0,30 0,15 0,4

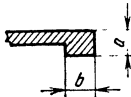
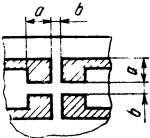
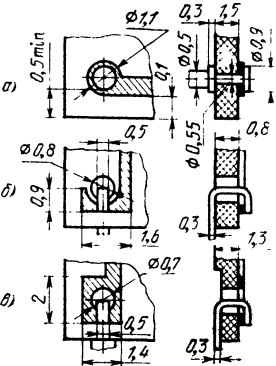
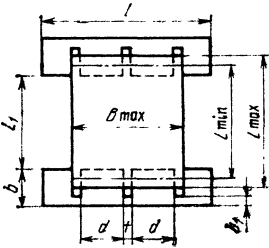
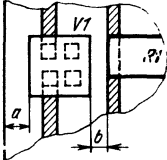
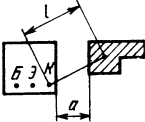
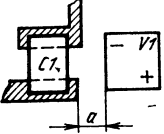

Рисунок	Требование или ограничение	Обозначение	Размер, мм
	<p>Минимальные размеры контактных площадок для монтажа активных элементов с гибким выводом и проволочных перемычек методом пайки:</p> <p>а) при ручном монтаже: для одного вывода для двух выводов для трех выводов</p> <p>б) при автоматизированном монтаже: для одного вывода для двух выводов для трех выводов</p>	$a \times b$	<p>0,3×0,4 0,4×0,7 0,4×1,0</p> <p>0,6×0,6 0,6×0,9 0,6×1,2</p>
	<p>Размеры контактных площадок и расстояния между ними для монтажа активных элементов с жесткими выводами при шаге выводов 0,35 мм</p>	<p>a b</p>	<p>0,25 0,1</p>
	<p>Ориентировочные размеры контактных площадок, выводов и отверстий для ряда конструкций микросхем</p>	<p>—</p>	<p>—</p>
	<p>Размеры контактных площадок для монтажа компонентов-конденсаторов определяют из зависимостей:</p> <p>$L \geq V_{max} + 0,4$ мм, $L_1 = L_{min} - 0,2$ мм, $L_1 + 2b \geq L_{max} + 0,4$ мм,</p> <p>где L_{min} и L_{max} — минимальная и максимальная длина конденсатора; V_{max} — максимальная ширина конденсатора;</p>		

Рисунок	Требование или ограничение	Обозначение	Размер, мм
	<p>b, l — размеры контактных площадок; L_1 — расстояние между контактными площадками</p> <p>Максимальная ширина прорезей</p> <p>Минимальное расстояние между прорезями</p> <p>Минимальное расстояние от края контактной площадки до прорези</p>	<p>t</p> <p>d</p> <p>b_1</p>	<p>0,2</p> <p>0,5</p> <p>0,2</p>
	<p>Минимальное расстояние от края активного элемента до края платы</p> <p>Минимальное расстояние от луженого пленочного элемента до края компонента</p>	<p>a</p> <p>b</p>	<p>1,0</p> <p>0,2</p>
	<p>Минимальное расстояние от края активного элемента до контактной площадки, к которой припаивается вывод этого элемента</p> <p>Максимальная длина гибкого вывода активного элемента до точки контактирования без дополнительного крепления</p>	<p>a</p> <p>l</p>	<p>0,8</p> <p>3,0 (рекомендуется 2,5)</p>
	<p>Минимальное расстояние между контактной площадкой компонента-конденсатора и активным элементом</p>	<p>a</p>	<p>1,0</p>
	<p>Расположение технологических знаков для определения места приклейки компонента с гибкими выводами</p>	<p>—</p>	<p>—</p>

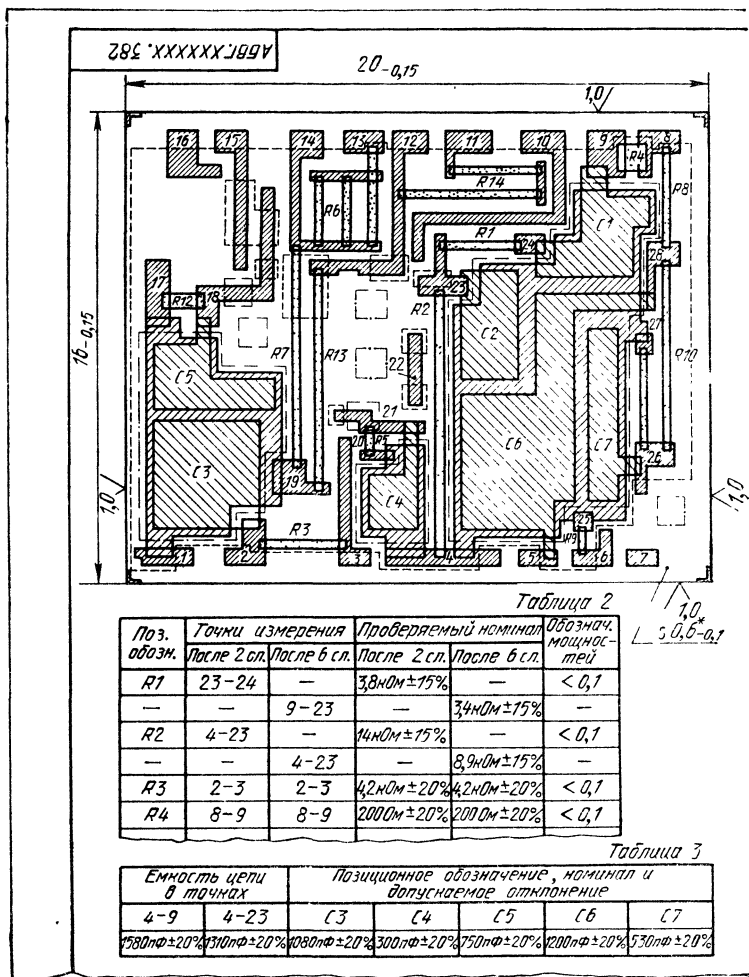


Рис. 8.7. Топологический чертеж тонкопленочной гибридной интегральной микросхемы

тов в пределах слоя—с нижнего левого элемента с переходом к следующему ближайшему по направлению снизу вверх и слева направо. На рис. 8.4 каждому элементу присвоено буквенное обозначение. Левый нижний угол пленочного элемента обозначен 1, остальные углы нумеруются по часовой стрелке с обозначением некоторых промежуточных углов (при необходимости). На первом листе топологического чертежа помещают таблицу с расшифровкой штриховки, применяемой для обозначения соответствующих слоев (табл. 1 на рис. 8.2 и 8.7); таблицы с электрическими характеристиками и данными по изготовлению от-

Таблица 1

Условное обозначение слоя	Наименование слоя	Материал слоя				Метод нанесения	№ листа чертежа
		Наименование марки	ГОСТ, ОСТ, ТУ	Диэлектрический материал	Электрическая характеристика		
	Резистор	Сплав РС 3710	-	-	$\rho_0 = 1000 \frac{\text{Ом}}{\square}$	Одностороннее напыление через маску	2
	Проводн. и контакт площадки	Никром Х20Н80 Золото Зл 999,9	ГОСТ 10994-74 ГОСТ 6835-72	1 2	$\rho_0 \leq 0,1 \frac{\text{Ом}}{\square}$	То же	3
	Нижняя диэлектрич. обкладка конденс.	Алюминий А99	ГОСТ 618-73	1 2	$\rho_0 \leq 0,2 \frac{\text{Ом}}{\square}$	"	4
	Диэлектрик	Боросиликатное стекло	ЕТО. 035.015ТУ ТУ11-76	-	$\epsilon_r = 5000 \frac{\text{нФ}}{\text{см}^2}$	"	5
	Верхняя диэлектрич. обкладка конденс.	Алюминий А99	ГОСТ 618-73	-	$\rho_0 \leq 0,2 \frac{\text{Ом}}{\square}$	"	6
	Защитный слой	Фоторезист негати.в. ФН-11	ТУ6-14-631-78	-	-	Фотография	7

- 1.* Размеры для справок.
2. Элементы в слоях выполнять по координатам, приведенным в таблицах на соответствующих листах. Координаты даны в масштабе чертежа.
3. Площадь напыления золота 45 мм^2 , толщина напыления $0,4 \dots 0,5 \text{ мкм}$.
4. Внешний вид платы должен соответствовать требованиям инструкции АБВГ.ХХХХХХ.021.
5. Характеристики отдельных слоев приведены в табл.1 и 2.
6. Величины емкостей конденсаторов должны соответствовать данным, указанным в табл. 3.
7. Номера контактных площадок и обозначения элементов показаны условно и соответствуют схеме электрической принципиальной АБВГ.ХХХХХХ.004.33.

дельных слоев (табл. 2 на рис. 8.2 и табл. 2,3 на рис. 8.7); размеры таблиц не оговариваются, допускается введение в таблицу дополнительных граф.

На топологических чертежах (см. рис. 8.2, 8.7) записывают технические требования следующего содержания:

специальные требования к изготовлению подложки; указания о материалах-заменителях;

требования к выполнению параметров элементов, в том числе ссылка на соответствующие таблицы координат, указание точности выполнения размеров элементов и т. п.;

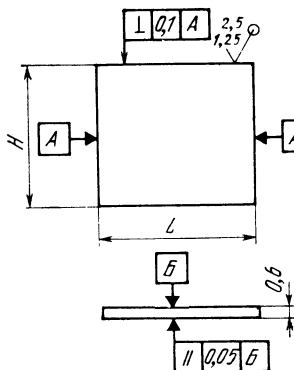


Рис. 8.8. Размеры подложек для гибридной интегральной микросхемы

H, мм	L, мм
48	60
60	96
96	120

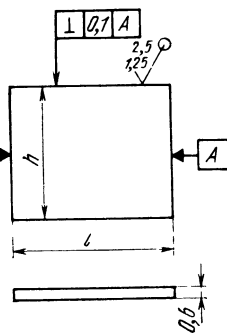


Рис. 8.9. Размеры плат для гибридной интегральной микросхемы

h, мм	l, мм
2,5	4,7
8,2	8,2
7,8	15,0
	17,0
8,0	20,0
	15,0
10,0	16,0
15,0	16,0
16,5	22,0
20,0	34
16	30

данные о площади нанесения драгоценных металлов;
 требования к внешнему виду;
 характеристики и данные по изготовлению отдельных слоев или элементов, которые должны быть сведены в таблицу;
 данные и указания по проверке параметров элементов;
 указание о том, что обозначение контактных площадок и элементов является условным.

Рекомендуемые отраслевыми стандартами размеры подложек и плат для пленочных ИС даны на рис. 8.8 и 8.9.

Разработке топологических чертежей предшествует выполнение эскиза топологии на миллиметровой бумаге в масштабах 5:1; 10:1; 20:1; 50:1 и других, кратных 10. При разработке эскиза топологии необходимо соблюдать технологические требования и ограничения, рассмотренные в дальнейшем.

8.3. Топологические чертежи толстопленочных микросхем

В табл. 8.2 даны основные конструкторские и технологические ограничения, которые следует учитывать при разработке и оформлении топологических чертежей толстопленочных микросхем, изготовленных методом сеткографии (последовательным нанесением на подложку различных по составу паст с их последующей термической обработкой). Пример топологического чертежа толстопленочной микросхемы показан на рис. 8.2.

8.4. Топологические чертежи тонкопленочных микросхем

В табл. 8.3 даны основные конструкторские требования и технологические ограничения, которые должны быть учтены при разработке и оформлении топологических чертежей тонкопленочных микросхем, изготовленных следующими методами вакуумного напыления: масочным (М), фотолитографическим (Ф), совмещенным масочным и фотолитографическим (МФ), основанным на тантале, и электронно-ионным (ЭИ). Пример топологического чертежа тонкопленочной микросхемы приведен на рис. 8.7.

Таблица 8.3

Основные конструкторские требования и технологические ограничения изготовления тонкопленочных гибридных интегральных микросхем

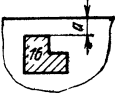
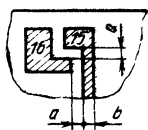
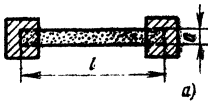
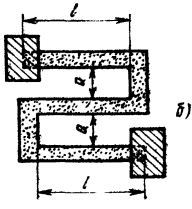
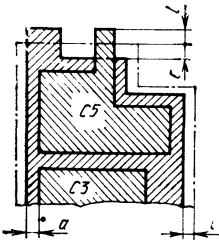
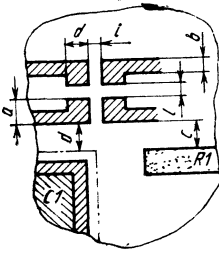
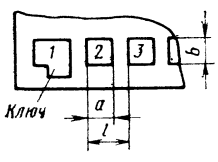
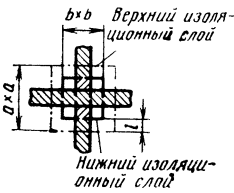
Рисунок	Требование или ограничение	Обозначение	Размер, мкм				
			Способы				
			М	МФ	Ф	ЭИ	На основе тантала
	Минимальное расстояние от пленочных элементов до края платы	a	500	500	200	400	200
	Минимальное расстояние между пленочными элементами, расположенными в одном слое Минимальная ширина пленочных проводников	a	200	300	100	100	50
		b	100	100	50	100	50
	Минимальные размеры резисторов: ширина длина	a	100	100	100	150	50
		l	300	300	100	300	100
	Минимальное расстояние между резистивными участками Максимальная длина резистивных участков	a	300	100	100	150	50
		l	$a \times < 10$	—	—	—	—

Рисунок	Требование или ограничение	Обозначение	Размер, мкм				
			Способы				
			М	МФ	Ф	ЭИ	На осно- ве танга- ла
	Соотношение раз- меров пленочных конденсаторов (приведены мини- мально допустимые размеры)	a b c l			200 100 200 300		
	Соотношения раз- меров контактных площадок для припайки компо- нентов с шарико- выми и столбико- выми выводами и их расположения относительно пле- ночных элементов (приведены мини- мальные размеры)	a b l c d			200 100 100 600 350		
	Шаг расположе- ния и минималь- ные размеры пе- риферийных кон- тактных площадок	l a × b	625 400 × 400	1250; 2500 и кратный 2,5 1000 × 400			
	Соотношения раз- меров изоляции, разделяющей пе- ресекающиеся про- водники (приведе- ны минимальные размеры)	a × a b × b l			300 × 300 200 × 200 50 (по периметру)		

8.5. Оформление сборочных чертежей гибридных интегральных микросхем, содержащих бескорпусные электрорадиоэлементы

На рис. 8.10 и 8.11 приведены чертеж гибридной микросхемы без корпуса и спецификация к нему. Кроме пленочных элементов микросхема содержит электрорадиоэлементы (ЭРЭ), имеющие самостоятельное конструктивное оформление (транзисторы V1 ... V4) и устанавливаемые на микросхему по сборочному чертежу. При оформлении сборочного чертежа следует руководствоваться стандартами ЕСКД, а также материалами настоящего параграфа и ТУ на ЭРЭ.

Согласно ОСТ 4 ГО.070.004 к ЭРЭ относятся конструктивно-завершенные и изготавливаемые в производственных условиях изделия электронной техники и электротехники, функции которых могут реализовываться только в электрических цепях различных устройств. Имеются в виду ЭРЭ, разрабатываемые на базе комплексной миниатюризации. Отраслевой стандарт содержит требования к их конструкции.

Формы ЭРЭ (в плане), устанавливаемые совместно с микросхемами на ПП, имеют прямоугольную, квадратную или круглую форму, а их размеры должны соответствовать размерам корпусов микросхем по ГОСТ 17467—79. Предпочтительные высоты корпусов ЭРЭ: 2,5; 5; 7,5 мм. Расстояния между выводами ЭРЭ должны соответствовать шагу координатной сетки по ГОСТ 10317—79. Диаметр штыревых выводов от 0,3 до 0,5 мм. Сечения штыревых прямоугольных и квадратных выводов должны быть в пределах описанной окружности диаметром от 0,4 до 0,6 мм. Размеры плоских планарных выводов: ширина — 0,3... 0,5 мм; толщина 0,1 ... 0,2 мм. Все ЭРЭ должны иметь конструктивные элементы (ключи), исключая возможность неправильной их установки. Визуальные ключи должны располагаться в зоне первого вывода или на первом выводе. Нумеруют их слева направо или по часовой стрелке со стороны плоскости расположения выводов. Конструкция ключей не регламентируется. Кроме визуальных ключей при необходимости используют установочные ключи в виде штыря, выступа корпуса, несимметрично расположенных выводов и т. п.

Особое внимание уделяется установке ЭРЭ на коммутационные платы. В табл. 8.4 приведены варианты установки ЭРЭ на платы и их упрощенные изображения на чертежах; в табл. 8.5 — методы присоединения ЭРЭ в зависимости от вида их выводов. Электрорадиоэлементы с гибкими выводами приклеивают, располагая их защитным покрытием вверх, ЭРЭ с жесткими выводами дополнительно не крепят, так как креплением служит присоединение выводов. В табл. 8.6 даны основные конструкторские требования и технологические ограничения установки бескорпусных ЭРЭ на платы. Для каждого вывода (гибкого и жесткого) должна быть предусмотрена контактная площадка. Если к одной контактной площадке присоединяется 2—3 вывода, ее размеры увеличивают в соответствии с данными табл. 8.2. Каждая плата микросхемы должна иметь ключ. Ключом могут являться нижняя левая контактная площадка по большей стороне платы, знак в виде треугольника или другим виде.

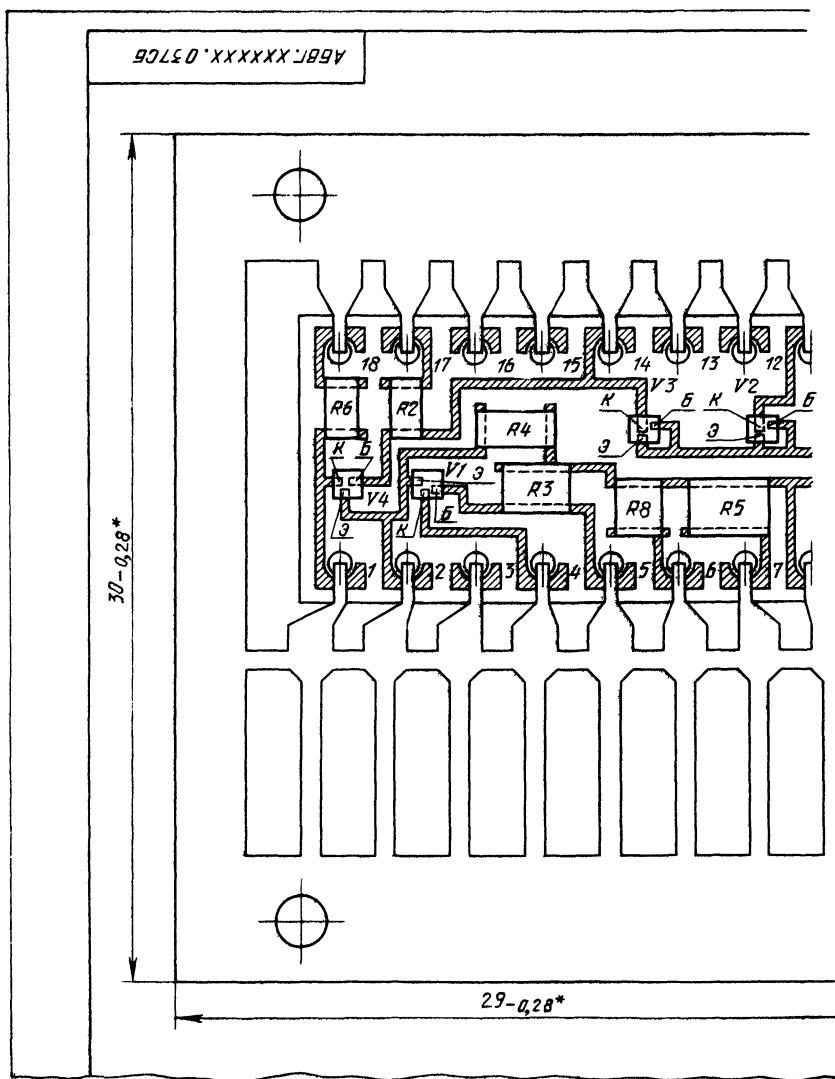
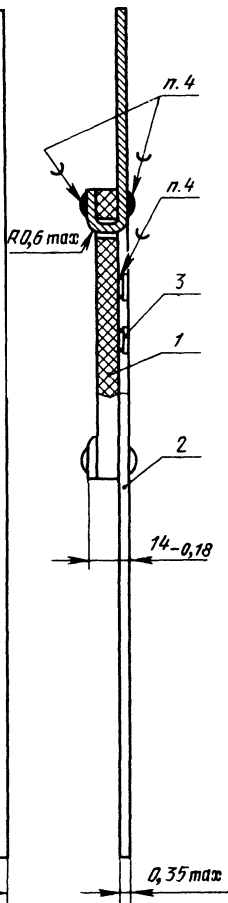
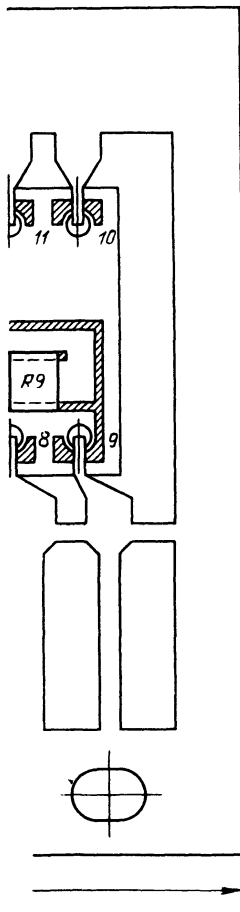


Рис. 8.10. Сборочный чертеж элемента (микросхема без корпуса)



1. * Размеры для справок.
2. Расположение выводов пластины поз. 2 в пределах контактных площадок не регламентируется.
3. Допускается смещение выводов транзисторов относительно их контактных площадок на $1/3$ диаметра выводов, вариант установки — II, ОСТ 4 ГО. 010.220.
4. Паять ПОСБ1 ГОСТ 21931-76.
5. Пайка транзисторов поз. 3 должна выдерживать нагрузку 1000Н в плоскости платы.
6. Обозначение контактных площадок и элементов показано условно.

Таблица 8.4

**Крепление и присоединение бескорпусных ЭРЭ на платы,
изготовленные по тонко- или толстопленочной технологии
(наиболее употребительные варианты)**

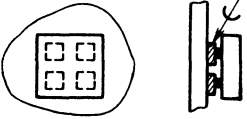
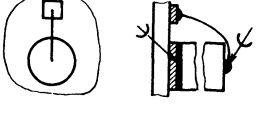
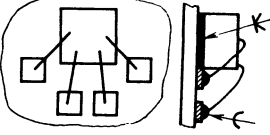
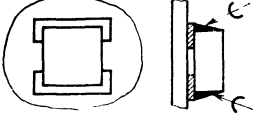
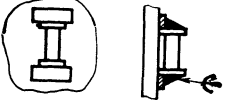
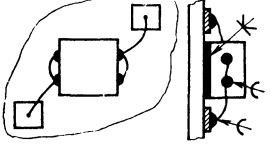

Конструктивное исполнение и установка бескорпусных ЭРЭ	Вариант установки	Конструктивное исполнение и установка бескорпусных ЭРЭ	Вариант установки
	I		VI
	II		VII
	IV		IX

Таблица 8.5

Методы присоединения бескорпусных ЭРЭ

Наименование ЭРЭ	Тип вывода	Метод присоединения
Транзистор, диод, диодная матрица, микросхема	Гибкий, жесткий	Сварка (пайка)
Резистор, конденсатор	Гибкий Жесткий Луженая контактная поверхность	Сварка (пайка) Пайка Пайка или контактное соединение (обозначение )
Трансформатор	Гибкий	Сварка (пайка)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A2			АБВГ.ХХХХХХ.037СБ	Сборочный чертеж		
A4			АБВГ.ХХХХХХ.334ТБ	Плата. Таблица координат		
				<u>Детали</u>		
A3	1		АБВГ.ХХХХХХ.334	Плата	1	
A3	2		АБВГ.ХХХХХХ.023	Пластина	1	
				<u>Прочие изделия</u>		
	3			Транзистор КТ-359А ЩИЗ.365.008 ТУ	4	V1...V4

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АБВГ.ХХХХХХ.037			
Разраб.					Элемент	Лит.	Лист	Листов
Пробер.						01		1
И.контр.								
Утв.								

Рис. 8.11. Спецификация элемента (микросхема без корпуса)

Таблица 8.6

Основные конструкторские требования и ограничения установки бескорпусных ЭРЭ на коммутационные платы

Рисунок	Требование или ограничение	Обозначение	Размер, мкм
	Минимальное расстояние между двумя соседними контактными площадками	a	200
	Минимальное расстояние между двумя ЭРЭ с гибкими выводами	b	300

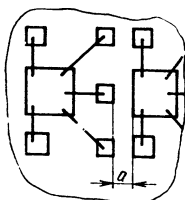
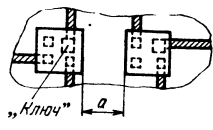
Рисунок	Требование или ограничение	Обозначение	Размер, мкм
	Минимальное расстояние от данного ЭРЭ с гибкими выводами до контактной площадки для выводов других ЭРЭ Минимальное расстояние между ЭРЭ с гибкими выводами — 0,3 мм	a	0,5H, где H — высота ЭРЭ
	Минимально допустимое расстояние между двумя соседними ЭРЭ со столбиковыми (шариковыми) выводами	a	1000 для ЭРЭ с размерами $\geq 1,85 \times 1,85$ мм; 2000 для ЭРЭ с размерами $< 1,85 \times 1,85$ мм

Таблица 8.7

Нормативно-технические документы на ЭРЭ

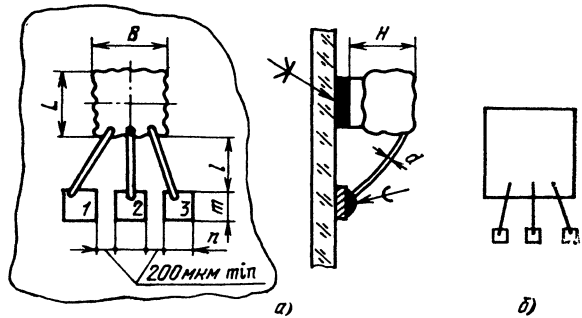
Наименование ЭРЭ	Технические условия	Наименование ЭРЭ	Технические условия
Транзисторы			
КТ120А...КТ120В 2П201А...2П201Л КТ202А...КТ202Г 2Т205А КТ307А...КТ307Г 2Т307Б...2Т307Г КТ317А...КТ317В 2Т317А...2Т317В 2Т318А...2Т318Е КТ324А...КТ324Е 2Т324А...2Т324Е КТ331А...КТ331Г 2Т331А...2Т331Г КТ332А...КТ332Д 2Т332А...2Т332Д 2Т333А...2Т333Е	ЖКЗ.365.235ТУ ТФЗ.365.006ТУ ЮФЗ.365.020ТУ ЩИЗ.365.010ТУ СБ0.336.016ТУ СБ0.336.026ТУ ГеЗ.365.011ТУ ГеЗ.365.002ТУ ЩИЗ.365.002ТУ СБ0.336.031ТУ СБ0.336.021ТУ ХМ0.336.000ТУ ХМ0.336.003Т2 ХМ0.336.001ТУ ХМ0.336.004ТУ ЩИО.336.006ТУ	КТ354А; КТ354Б 2Т354А; 2Т354Б КТ359А...КТ359В 2Т360А...2Т360В КТ369А...КТ369Г КТ364А...КТ364В Диоды, диодные матрицы и сборки, светодиоды КД103А; КД103Б 2Д103А АЛ301А; АЛ301Б 2ДС408А-1 2ДС408Б-1	аА0.336.019ТУ СБ0.336.038ТУ ЩИЗ.365.008ТУ ЩИЗ.365.059ТУ Я53.369.000ТУ ЩИЗ.365.060ТУ ТТЗ.362.082ТУ ТТЗ.362.060ТУ УЖО.336.063ТУ ЩИЗ.360.008ТУ — —

Наименование ЭРЭ	Технические условия	Наименование ЭРЭ	Технические условия
КД901А...КД901Г КД904А...КД904Е 2Д904А...2Д904Е КД907Б; КД907Г 2Д910А...2Д910В 2Д911А; 2Д911Б 2Д918Б-1; 2Д918Г-1	ТТО.336.001ТУ ТТЗ.362.104ТУ ТТЗ.362.133ТУ ЭРЗ.362.013ТУ ШИЗ.360.000ТУ ШИО.336.009ТУ ЭРЗ.362.036ТУ	Конденсаторы К10-9 К10-17—1в К22-2А КМК-2А, КМК-3А К10-27 Резисторы С2-12 С3-3	ОЖО.460.068ТУ ОЖО.460.107ТУ ОЖО.464.060ТУ ОЖО.460.060ТУ ОЖО.460.114ТУ ОЖО.467.055ТУ ОЖО.467.056ТУ

8.6. Бескорпусные электрорадиоэлементы

В табл. 8.7 приведен перечень электрорадиоэлементов, наиболее употребительных в РЭА. На рис. 8.12—8.26 и в табл. 8.8—8.21 к ним приведены сведения об ЭРЭ, необходимые при разработке и оформлении чертежей гибридных микросхем. Даны: изображение (в том числе упрощенное); размеры ЭРЭ; варианты установки на коммутационной плате; некоторые конструкторские и технологические ограничения и др.

Рис. 8.12. Изображение и установка транзисторов: КТ120А ... КТ120В, 2П201А ... 2П201Л, КТ202А ... КТ202Г, КТ307А ... КТ307Г, 2Т307А ... 2Т307Г, КТ317А ... КТ317В, 2Т317А ... 2Т317В, 2Т318А ... 2Т318Е, КТ324А ... КТ324Е, 2Т324А ... 2Т324Е, КТ331А...КТ331Г, 2Т331А...2Т331Г, КТ332А ... КТ332Д, КТ354А, КТ354Б, 2Т354А, 2Т354Б, 2Т360А ... 2Т360В, КТ369А ... КТ369Г (а); упрощенное изображение в плане (б)



Тип	Габаритные размеры мм, не более			d, мкм	Выводы		
	L	B	H		1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8
КТ120А...КТ120В	1,00	1,00	1,0	40	Б	К	Э
2П201А...2П201Л	1,20	1,20	0,6	50	И	З	С
КТ202А...КТ202Г	1,00	1,00	0,7	40	Б	Э	К
КТ307А...КТ307Г	0,86	0,86	0,8	40	Б	К	Э
2Т307Б...2Т307Г	0,86	0,86	0,8	40	Б	К	Э
КТ317А...КТ317В	1,30	1,30	1,1	40	Б	Э	К
2Т317А...2Т317В	1,30	1,30	1,1	40	Б	Э	К
2Т318А...2Т318Е	1,00	1,00	1,0	40	Б	К	Э
КТ324А...КТ324Е	0,66	0,66	0,6	40	Б	К	Э
2Т324А...2Т324Е	0,66	0,66	0,6	40	Б	К	Э
КТ331А...КТ331Г	1,20	1,20	0,8	40	Э	Б	К
2Т331А...2Т331Г	1,20	1,20	0,8	40	Э	Б	К
КТ332А...КТ332Д	1,20	1,20	0,6	40	Э	Б	К
2Т332А...2Т332Д	1,20	1,20	0,8	40	Э	Б	К
КТ354А, КТ354Б	1,00	1,20	0,8	40	Б	К	Э
2Т354А, 2Т354Б	1,20	1,20	0,8	40	Б	К	Э
2Т360А...2Т360В	1,20	1,20	0,8	36	Б	К	Э
КТ369А...КТ369Г	2,00	2,00	1,0	36	Б	К	Э

* В тонкопленочной технологии.

** В тонко- и толстопленочной технологии.

Таблица 8.8 (к рис. 8.12)

Расстояние от корпуса до места изгиба вывода, мм, не менее	l, мм, не менее	Размер контактной площадки на плате, мкм, не менее						Вариант установки	Масса, г, не более
		при монтаже компонентов							
		сваркой*		пайкой**		автоматизированной пайкой**			
		п	т	п	т	п	т		
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
—	0,8	200	250	300	400	600	600	II	0,020
—									0,005
—									0,012
—									0,002
0,3									0,002
—									0,010
—									0,010
—									0,010
0,3									0,002
0,3									0,002
0,3									0,003
0,3									0,003
0,3									0,003
—									0,003
—									0,001
0,5									
0,5						600	600	0,003	
—						500	500	0,020	

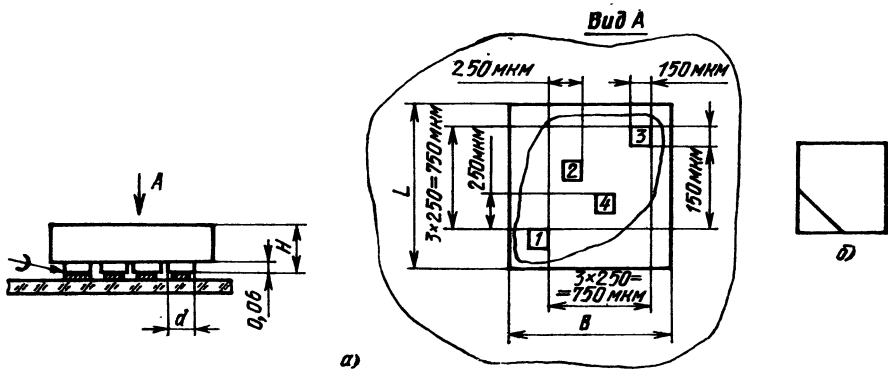


Рис. 8.13. Изображение и установка транзистора 2Т205А (а); упрощенное изображение в плане (б)

Таблица 8.9 (к рис. 8.13)

Тип	Габаритные размеры, мм, не более			d, мм	Выводы				Вариант установки	Масса, г, не более
	L	B	H		1	2	3	4		
2Т205А	1,25	1,25	0,37	180	К	Э	К	Б	1	0,003

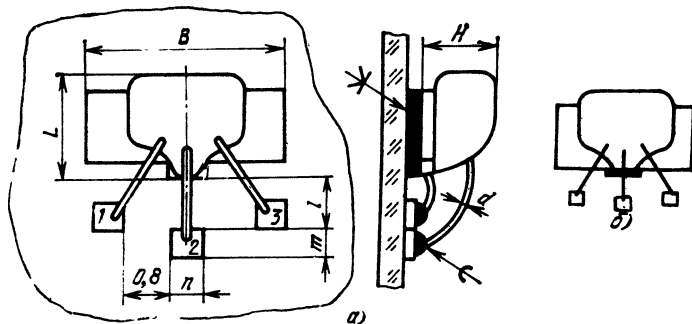


Рис. 8.14. Изображение и установка транзистора КТ364А...КТ364В (а) упрощенное изображение в плане (б)

Таблица 8.10 (к рис. 8.14)

Тип	Габаритные размеры, мм, не более			d, мкм	Выходы			Расстояние от корпуса до места изгиба вывода, мм, не менее	l, мм, не менее	Размер контактной площадки на плате, мкм, не менее						Вариант установки	Масса, г, не более
					1	2	3			при монтаже компонентов							
	сваркой*		пайкой**							автоматизированной пайкой**							
	L	B	H		n	m	n			m	n	m					
КТ364А... КТ364В	1,1	3,0	1,0	36	Б	К	Э	0,5	1,8	150	200	300	400	600	600	II, III	0,006

* В тонкопленочной технологии.

** В тонко- и толстопленочной технологии.

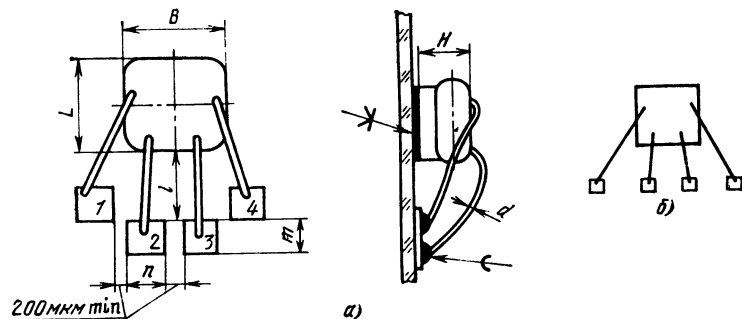


Рис. 8.15. Изображение и установка диодных матриц 2Д910А...2Д910В, 2Д911А, 2Д911Б (а); упрощенное изображение в плане (б)

Таблица 8.11 (к рис. 8.15)

Тип	Габаритные размеры, мм, не более			d, мкм	Выводы				Расстояние от корпуса до места изгиба вывода, мм, не менее	l, мм, не менее	Размер контактной площадки на плате, мкм, не менее						Вариант установки	Масса, г, не более
					при монтаже компонентов													
	сваркой*		пайкой**		автоматизированной пайкой**													
	п	т	п		т	п	т											
2Д910А... 2Д910В	1,0	1,0	1,0	40	Анод	—	—	—	0,3	1,8	200	250	300	400	600	600	11	0,01
2Д911А 2Д911Б	1,0	1,0	1,0	40	Катод	—	—	—	0,3	0,8								

* В тонкопленочной технологии.

** В тонко- и толстопленочной технологии.

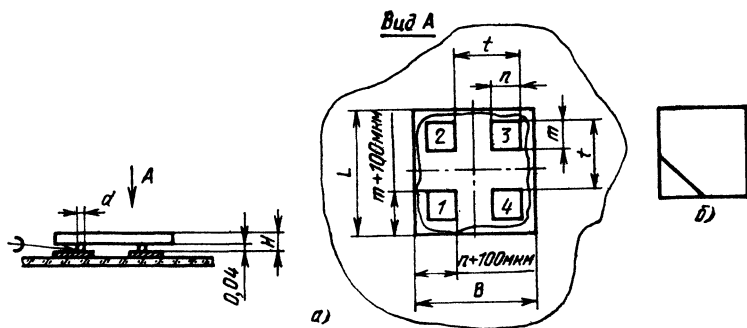
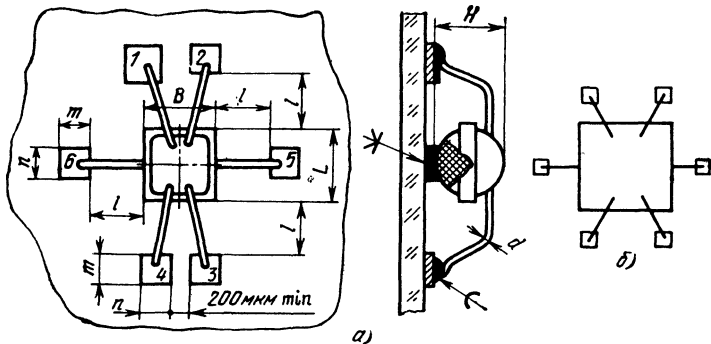


Рис. 8.16. Изображение и установка транзисторов 2Т333А ... 2Т333Е, КТ359А ... КТ359В (а); упрощенное изображение в плане (б)

Таблица 8.12 (к рис. 8.16)

Тип	Габаритные размеры, мм, не более			d, мм	Выводы				Размеры, мкм, не менее			Вариант установки	Масса, г, не более
	L	B	H		1	2	3	4	t	n	m		
2Т333А ... 2Т333Е	0,75	0,75	0,34	180	Б	К2	Э	К1	350	200	200	1	0,010
КТ359А ... КТ359В	0,75	0,75	0,34	80	Б	К2	Э	К1	350	200	200	1	0,010



Тип	Габаритные размеры, мм, не более			d, мкм	Расстояние от корпуса до места изгиба вывода, мм, не менее	l, мм, не менее
	L	B	H			
2Д918Б-1, 2Д918Г-1 КД907Б, КД907Г	1,0	1,0	1,0	60	0,3	0,8

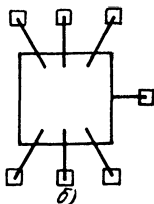
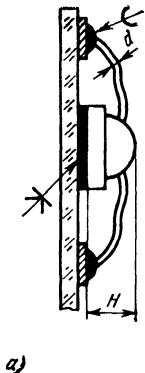
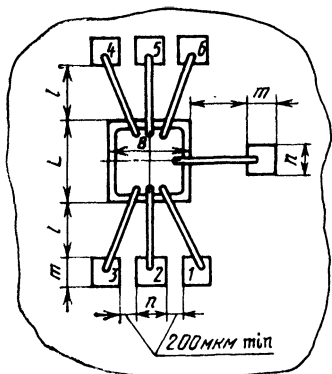
* В тонкопленочной технологии.

** В тонко- и толстопленочной технологии.

Рис. 8.17. Изображение и установка диодных матриц КД907Б, КД907Г, 2Д918Б-1, 2Д918Г-1 (а); упрощенное изображение в плане (б)

Т а б л и ц а 8.13 (к рис. 8.17)

Размер контактной площадки на плате, мкм, не менее						Вариант установки	Масса, г, не более
при монтаже компонентов							
сваркой*		пайкой**		автоматизированной пайкой**			
п	т	п	т	п	т		
200	250	300	400	600	600	II	0,039



Тип	Габаритные размеры, мм, не более			d, мкм	Расстояние от корпуса до места изгиба вывода, мм, не менее	l, мм, не менее
	L	B	H			
КД901А	1,1	1,3	0,8	60	1,0	1,0
КД901Г	1,3	1,1				
2Д904А...2Д904Е	1,0	1,0	1,0	40	0,3	1,8

* В тонкопленочной технологии.
 ** В тонко- и толстопленочной технологии.

Рис. 8.18. Изображение и установка диодных матриц КД901А ... КД901Г, 2Д904А ... 2Д904Е (а); упрощенное изображение в плане (б)

Таблица 8.14 (к рис. 8.18)

Размер контактной площадки на плате, мкм, не менее						Вариант установки	Масса, г, не более
при монтаже компонентов							
сваркой*		пайкой**		автоматизированной пайкой**			
п	ш	п	ш	п	ш		
200	250	300	400	600	600	11	0,005 0,01

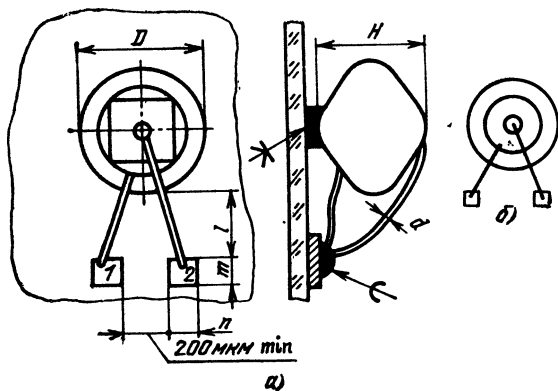


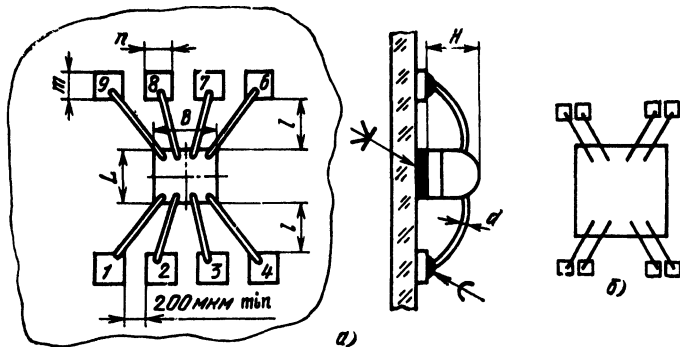
Рис. 8.19. Изображение и установка светодиодов АЛ301А, АЛ301Б (а); упрощенное изображение в плане (б)

Таблица 8.15. (к рис. 8.19)

Тип	Габаритные размеры, мм, не более		d, мкм	Выходы		Расстояние от корпуса до места изгиба вывода, мм, не менее	l, мм, не менее	Размер контактной площадки на плате, мкм, не менее						Вариант установки	Масса, г, не более
	D	H		1	2			при монтаже компонентов							
								сваркой*		пайкой**		автоматизированной пайкой***			
								n	m	n	m	n	m		
АЛ301А, АЛ301Б	2,0	1,5	50	—	+	1,0	1,0	200	250	300	400	600	600	II	0,009

* В тонкопленочной технологии.

** В тонко- и толстопленочной технологии.



Тип	Габаритные размеры, мм, не более			d, мкм	Расстояние от корпуса до места изгиба вывода, мм, не менее	l, мм, не менее
	L	B	H			
2ДС408А-1, 2ДС408Б-1	0,8	1,2	0,7	40	0,3	0,8

* В тонкопленочной технологии.

** В тонко- и толстопленочной технологии.

Рис. 8.20. Изображение и установка диодных сборок 2ДС408А-1, 2ДС408Б-1 (а); упрощенное изображение в плане (б)

Таблица 8.16 (к рис. 8.20)

Размер контактной площадки на плате, мкм, не менее						Вариант установки	Масса, г, не более
при монтаже компонентов							
сваркой*		пайкой**		автоматизированной пайкой**			
п	т	п	т	п	т		
200	250	300	400	600	600	II	0,006

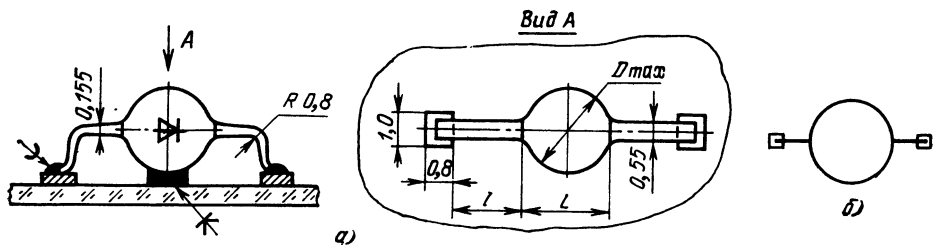


Рис. 8.21. Изображение и установка диодов КД102А, КД102Б, 2Д102А, 2Д102Б, КД103А, КД103Б, 2Д103А (а); упрощенное изображение в плане (б)

Таблица 8.17 (к рис. 8.21)

Тип	Габаритные размеры, мм не более		Расстояние от корпуса до места изгиба вывода, мм, не менее	l, мм, не менее	Вариант установки	Масса, г, не более
	D	L				
КД102А КД102Б 2Д102А 2Д102Б КД103А КД103Б	2,7	3,2	2,0	2,0*	II	0,1
2Д103А	2,8			10,0		

* При пайке к металлической детали площадью не менее 7 мм^2 .

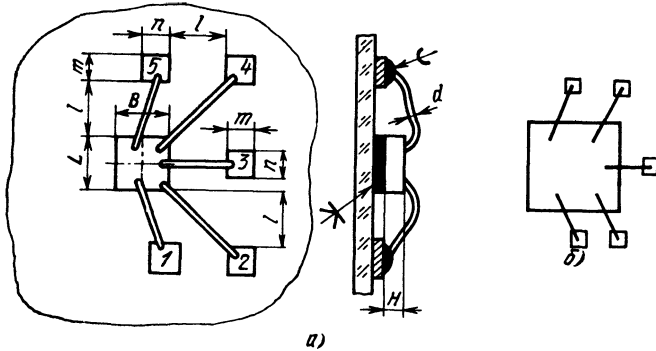


Рис. 8.22. Изображение и установка диодных матриц КД904А... КД904Е (а); упрощенное изображение в плане (б)

Таблица 8.18 (к рис. 8.22)

Тип	Габаритные размеры, мм, не более			d, мкм	Расстояние от корпуса до места изгиба вывода, мм, не менее	l, мм, не менее	Размер контактной площадки на плате, мкм, не менее						Вариант установки	Масса, г, не более
	L	B	H				при монтаже компонентов							
							сваркой**		пайкой**		автоматизированной пайкой**			
	n	m	n				m	n	m					
КД904А...КД904Е	1,0	1,0	1,0	40	—	0,8	200	250	300	400	600	600	II	0,005

* В тонкопленочной технологии.

** В тонко- и толстопленочной технологии.

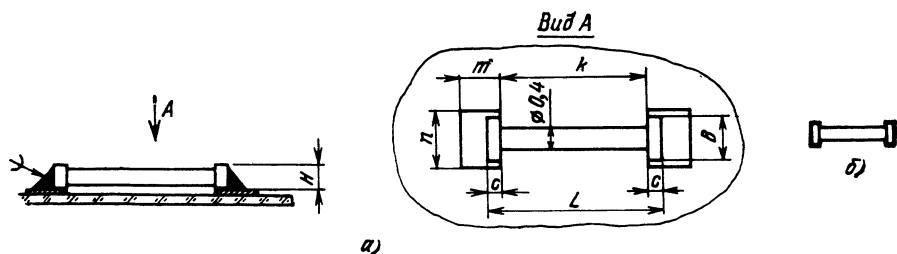


Рис. 8.23. Изображение и установка резисторов С2-12, С3-3 (а); упрощенное изображение в плане (б)

Таблица 8.19 (к рис. 8.23)

Тип	Габаритные размеры, мм, не более				Размеры, мм, не менее			Вариант установки	Масса, г, не более
	B	L	H	k	c	n	m		
С2-12	0,35	3,6	0,35	2,6	0,3	0,8	1,0	IV	0,0008
		6,6		5,2	0,5				0,0016
С3-3	0,80	3,6	0,45	2,6	0,3	1,2	1,0		0,0004
	1,00	6,2		5,2	0,5				0,0015

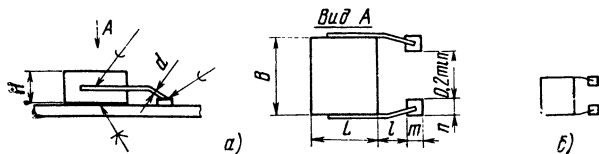


Рис. 8.24. Изображение и установка конденсаторов К10-9, К10-17-1В, К22-2А, КМК-2А, КМК-3А (а); упрощенное изображение в плане (б)

Таблица 8.20 (к рис. 8.24)

Тип	Габаритные размеры, мм, не более			d, мкм	l, мм, не менее	Размер контактной площадки на плате, мкм, не менее						Вариант установки	Масса, г, не более
	L	B	H			при монтаже компонентов							
						сваркой*		пайкой**		автоматизированной пайкой**			
	п	п	п			п	п	п					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
K10-9	2,2	2,7	1,2	150	0,8	—	—	500	600	800	800	IX	0,2
			1,5		1,0								
			2,0		1,6								
			3,0		1,6								
	4,4	5,0	1,2	200	0,8	—	—	500	600	800	800	IX	0,3
			1,5		1,0								
	2,7	7,0	2,0	200	1,0	—	—	500	600	800	800	IX	0,5
			3,0		1,6								
	6,5	10,0	1,2	200	0,8	—	—	500	600	800	800	IX	1,0
			1,5		1,0								
2,0			1,0										
3,0			1,6										
K10-17-1B	1,4	2,0	1,2	40	0,8	—	—	500	600	800	800	IX	0,2
	1,9	2,5			0,8								0,4
	3,2	4,7	1,2	2,0	1,0	—	—	500	600	800	800	IX	0,5
	4,6	6,2	0,8										
	8,9	6,8	0,9										
K22-2A	5,2	6,2	1,2	40	0,8	200	250	300	400	600	600	IX	До 1,0
			1,5		1,0								
			2,0		0,8								
			1,5		0,8								
			1,8		0,9								
			2,0		1,0								
КМК-2А КМК-3А	6,0	5,2	2,1	40	1,2	200	250	300	400	600	600	XI	0,5
			2,8		1,4								0,7
			1,9		1,0								0,5
			2,4		1,2								0,7

* В тонкопленочной технологии.

** В тонко- и толстопленочной технологии.

Рис. 8.25. Изображение и установка конденсаторов К10-27 двух- и трехсекционных (а); упрощенное изображение в плане (б)

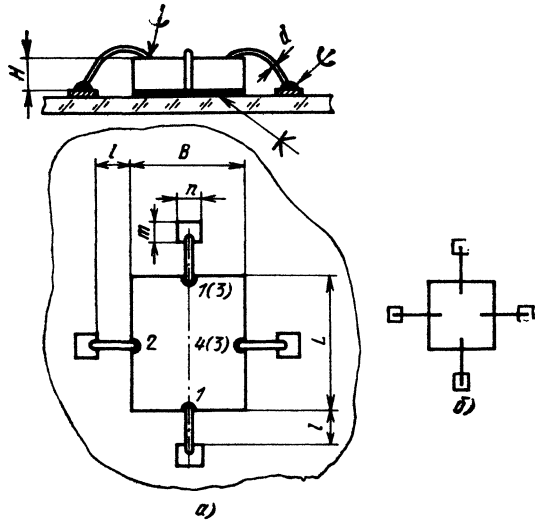


Рис. 8.26. Изображение и установка конденсаторов К10-27 пятисекционных (а); упрощенные изображение в плане (б)

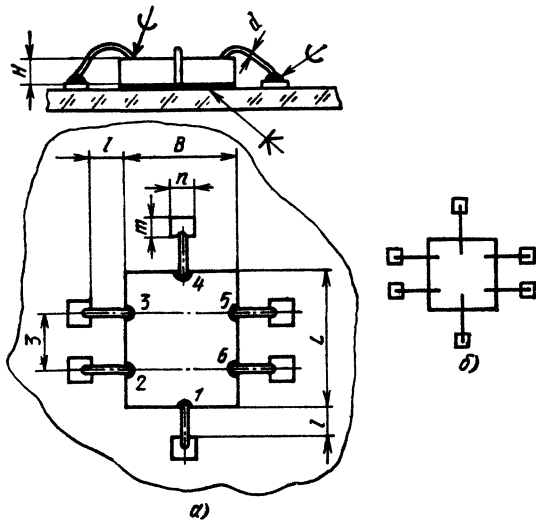


Таблица 8.21 (к рис. 8.25, 8.26)

Тип	Габаритные размеры, мм, не более			d, мкм	l, мкм, не менее	Размер контактной площадки на плате, мкм, не менее						Вариант установки	Масса, г, не более	
	L	B	H			при монтаже компонентов								
						сваркой*		пайкой**		автоматизированной пайкой**				
						n	m	n	m	n	m			
К10-27 двух- и трехсекционные (рис. 8.25), вариант А	4,5		1,0	40	0,8	200	250	300	400	600	600	IX	0,10	
			1,2										0,15	
		4,5											0,20	
	6,0		1,0										0,30	
			1,2										0,20	
		7,0	6,0										1,0	0,30
Пятисекционные (рис. 8.26), вариант А	7,0	6,0	1,2										0,30	
	8,5	7,0												

* В тонкопленочной технологии.

** В тонко- и толстопленочной технологии.

Глава 9.

Чертежи полупроводниковых интегральных микросхем

9.1. Понятие о конструкции полупроводниковых интегральных микросхем

Разработка и оформление чертежей на полупроводниковую микросхему тесно связаны с технологией ее изготовления, которая заключается в следующем. Элементы микросхемы (диоды, транзисторы, резисторы, конденсаторы) и их соединения создаются в объеме и на поверхности полупроводниковой пластины (подложки). На рис. 9.1 показана последовательность основных технологических операций изготовления полупроводниковой интегральной микросхемы на биполярных транзисторах, получаемых по планарно-эпитаксиальной технологии. Они включают:

- 1) полирование и очистку кремниевой пластины *p*-типа — основы будущей интегральной схемы (рис. 9.1, а);
- 2) диффузию примеси для получения скрытого слоя транзисторов (рис. 9.1, б);

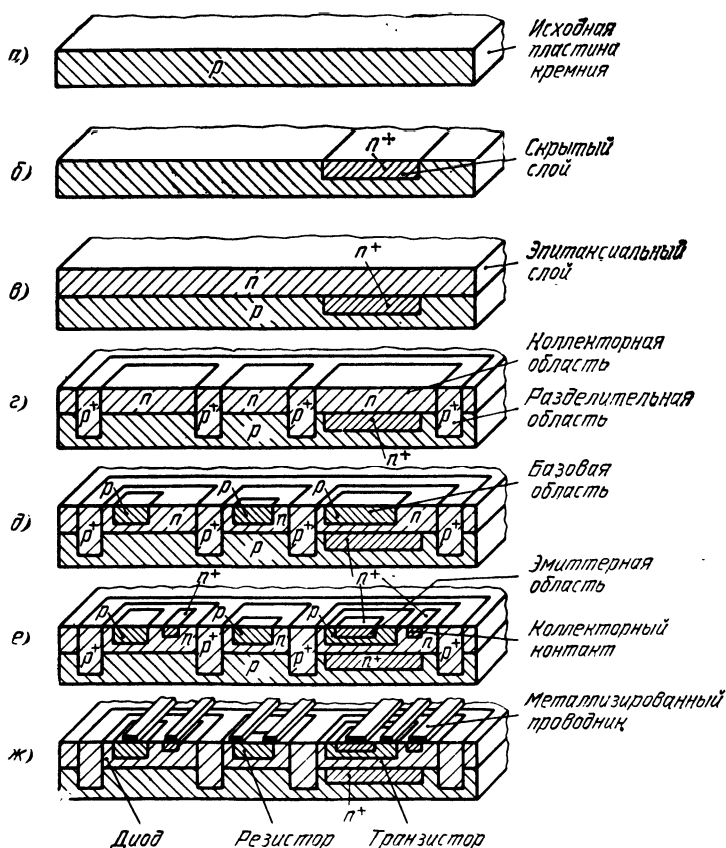


Рис. 9.1. Последовательность технологических операций изготовления типичной интегральной полупроводниковой микросхемы (для упрощения рисунка слой оксида не показан)

3) наращивание эпитаксиального слоя (слоя кремния n -типа проводимости) (рис. 9.1, в);

4) наращивание поверх эпитаксиального слоя пленки диоксида кремния (SiO_2) — изоляционного слоя, выполняющего две задачи: защиту поверхности полупроводника и термостойкое маскирование при диффузии (для упрощения рисунка слой оксида не показан);

5) создание разделительной диффузии для получения изолированных локальных областей (рис. 9.1, г);

6) диффузию примеси для получения базовых областей транзисторов, анодных областей диодов и диффузионных резисторов (рис. 9.1, д);

7) диффузию примеси для получения эмиттерных областей транзисторов, конденсаторов и участков для создания контактов к коллекторным областям (рис. 9.1, е);

8) вытравливание окон в поверхностном слое для проведения операций диффузии и соединения тонких металлических пленок с контактами;

9) нанесение слоя металлизации для получения тонкопленочных металлических соединений между элементами схемы (рис. 9.1, ж);

10) пассивацию кристалла с освобождением от оксида мест для резки его скрайбированием (для упрощения рисунка слой оксида не показан).

При этом используются методы диффузии и фотолитографии. С помощью диффузии создаются объемные структуры элементов. Фотолитография позволяет получать необходимую конфигурацию этих структур в плоскости. На рис. 9.2 показано, как формируется маска требуемой конфигурации, сквозь окна которой примеси диффундируют в полупроводник для создания соответствующих областей будущих элементов (резисторов, транзисторов и др.).

На поверхность маскирующей пленки, покрывающей полупроводник, наносят слой фоторезиста, который обладает кислотостойкостью и чувствительностью к излучениям. Через специальный стеклянный негатив (фотошаблон) с изображением рисунка соответствующих областей элементов (рис. 9.3) фоторезист засвечивается. Незакрытые фотошаблоном участки фоторезиста изменяют свои свойства под действием излучения. Неэкспонированные участки фоторезиста удаляют. В результате создается маска, повторяющая рисунок фотошаблона и позволяющая снять маскирующий слой с открытых участков поверхности полупроводника. Для полного технологического цикла обработки пластины требуется несколько фотошаблонов. Из-за очень малых размеров полупроводниковой микросхемы (иногда порядка 1 мм^2) на одной крем-

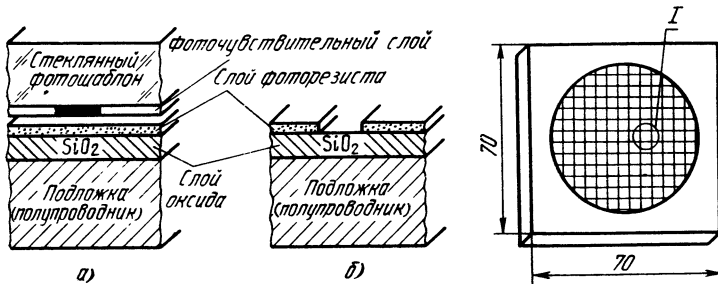


Рис. 9.2. Процесс фотолитографии:
а — экспонирование; б — после обработки фоторезиста

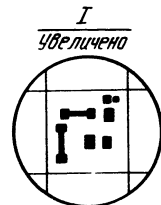


Рис. 9.3. Фотошаблон

Рис. 9.4. Зависимость количества кристаллов на одной пластине от их размеров

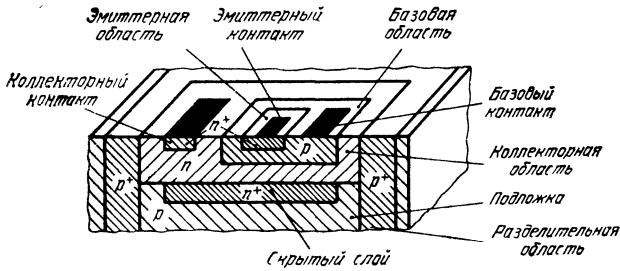
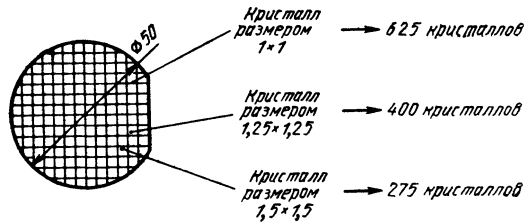


Рис. 9.5. Поперечное сечение типового транзистора (для упрощения рисунка слой оксида не показан)

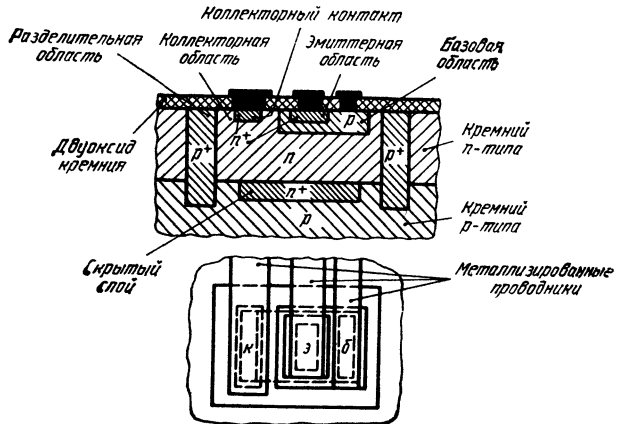


Рис. 9.6. Структура и геометрия типового транзистора

ниевой пластине диаметром 40 ... 80 мм изготавливается одновременно несколько сотен (групповой метод изготовления) одинаковых микросхем (рис. 9.4). Поэтому фотошаблон готовят для всей площади кремниевой пластины. Повторение рисунков на нем осуществляется мультиплицированием.

Все элементы полупроводниковой микросхемы создаются на транзисторной структуре. В транзисторе используются все области:

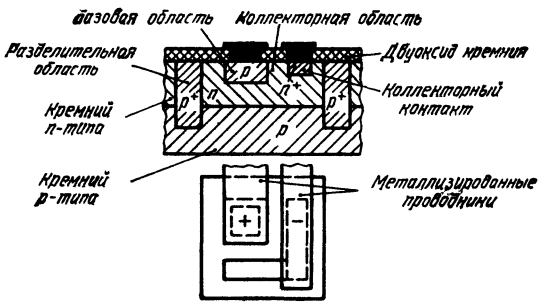


Рис. 9.7. Структура и геометрия диода

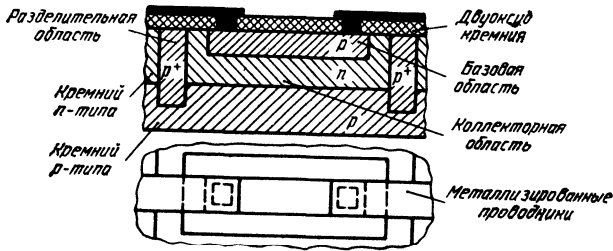


Рис. 9.8. Структура и геометрия резистора

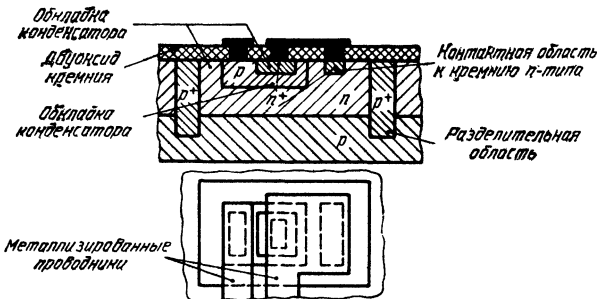
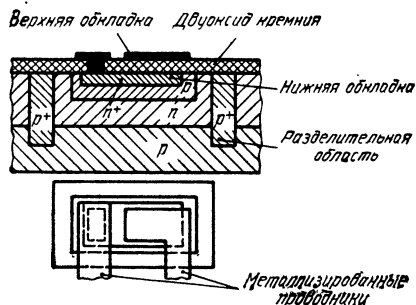


Рис. 9.9. Структура и геометрия диффузионно-го конденсатора

Рис. 9.10. Структура и геометрия конденсатора с диэлектриком

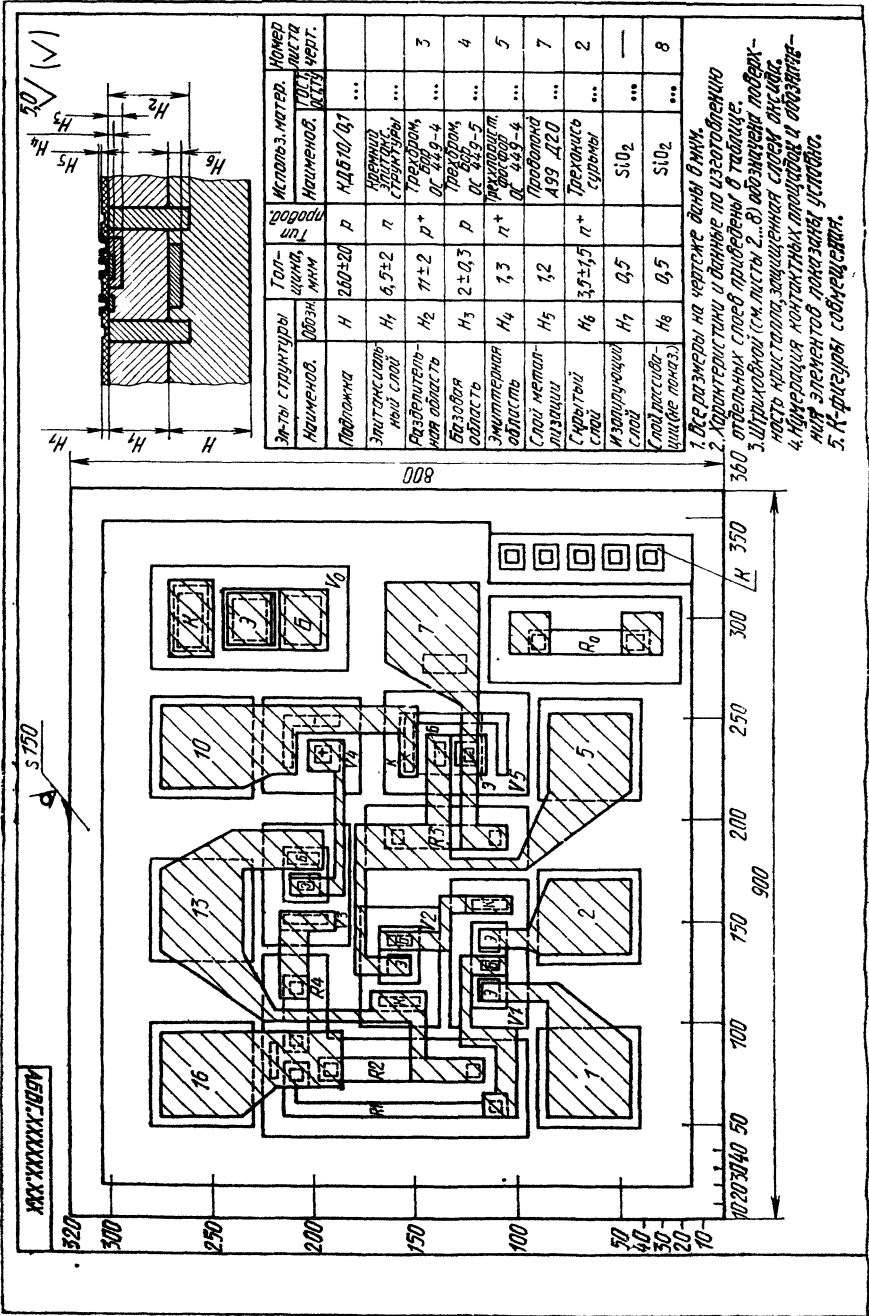
латорная, базовая, эмиттерная. На рис. 9.5, 9.6 показаны поперечное сечение типового транзистора, его структура и геометрия в плане. На рис. 9.7—9.10 изображены структура и геометрия возможных вариантов диода, резистора, конденсаторов.



9.2. Топологические чертежи полупроводниковых интегральных микросхем. Сборочный чертеж микросхемы в корпусе

При изготовлении фотошаблона для каждой области необходим чертеж топологии на определенный слой. На рис. 9.11 представлен чертеж совмещенной топологии с изображением всех слоев одновременно. Разработка такого чертежа предшествует выполнению чертежей отдельных слоев. Его выполняют на первом листе документа, на последующих показывают слои: на листе 2 — скрытый слой, на листе 3 — разделительный, на листе 4 — базовый, на листе 5 — эмиттерный, на листе 6 — контактные окна, на листе 7 — слой металлизации (проводники), на листе 8 — слой пассивации.

На чертеже совмещенной топологии изображают все элементы и их соединения в соответствии с электрической принципиальной схемой с учетом технологических возможностей изготовления микросхемы. Элементы схемы предварительно рассчитывают, а затем вычерчивают выбранную геометрическую форму элементов на миллиметровой бумаге в крупном масштабе (400:1). Затем их располагают на чертеже (выполненном в таком же масштабе), отделяя друг от друга разделительным слоем, и соединяют в единую функциональную схему с помощью металлизированных проводников, которые соответствуют линиям связи на электрической принципиальной схеме. На рис. 9.12 и 9.13 даны расположение и размеры разделительного слоя и металлизированных проводников относительно элементов схемы (указанные здесь размеры могут быть непосредственно использованы в учебных целях; при оформлении производственных чертежей размеры должны быть откорректированы с учетом технологических возможностей предприятия-изготовителя). На плате по периметру расположены контактные площадки 1, 2, 5, ..., предназначенные для электрической связи с выводами корпуса микросхемы. Для обеспечения совмещения фотошаблона с кремниевой пластиной по краю кристалла вычерчивают фигуры совмещения (К — на рис. 9.11). На общем виде топологии изображают фигуры совмещения для всех слоев и размещают в любом месте по периметру



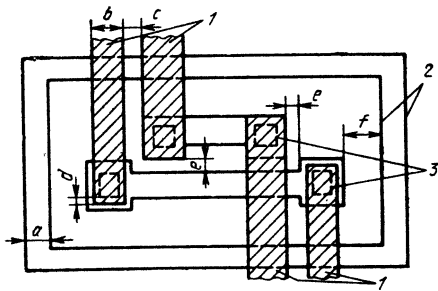


Рис. 9.12. Расположение и размеры металлизированных проводников к резисторам и разделительного слоя, указаны минимальные размеры в микрометрах: $a=12,5$; $b=20$; $c=10$; $d=5$; $e=25$; $f=25$:

1 — металлизированные проводники; 2 — граница окна в оксиде под область разделительной диффузии; 3 — границы контактных окон в оксиде к области резистора

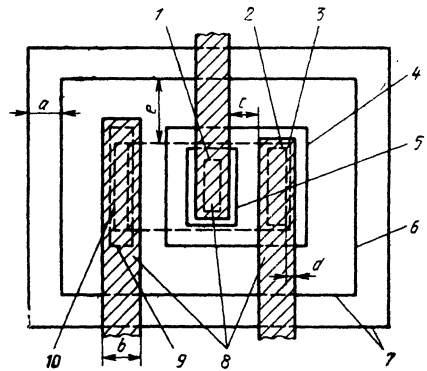


Рис. 9.13. Расположение и размеры металлизированных проводников к транзисторам и разделительного слоя, указаны минимальные размеры в микрометрах: $a=12,5$; $b=20$; $c=10$; $d=5$; $e=5$:

1 — граница контактного окна в оксиде к области эмиттера; 2 — граница контактного окна в оксиде к области базы; 3 — граница скрытого слоя; 4 — граница окна в оксиде под область базы; 5 — граница окна в оксиде под область эмиттера; 6 — граница окна в оксиде под область коллектора; 7 — граница окна в оксиде под область разделительной диффузии; 8 — металлизированные проводники; 9 — граница окна в оксиде под контактную область коллектора; 10 — граница контактного окна в оксиде к области коллектора

кристалла, направляя сверху вниз и слева направо. Эти фигуры могут иметь различную форму и размеры (на рис. 9.14 показаны форма и расположение фигур совмещения, которые могут быть использованы в учебных целях). На рис. 9.11 можно видеть, что указаны также:

позиционные обозначения R1, R2 резисторов и других элементов микросхемы согласно принципиальной электрической схеме;

номера 1, 2, 5, ... контактных площадок, обозначения эмиттера (Э), коллектора (К), базы (Б) транзисторов;

полярность диодов;

координаты по осям X, Y;

габаритные размеры кристалла (размеры кристаллов подчинены следующей закономерности: в пределах до 1 мм — сторона кратна 0,05 мм, от 1 до 2 мм — сторона кратна 0,1 мм, свыше 2 мм — согласно нормаль-

←

Рис. 9.11. Чертеж общего вида топологии кристалла

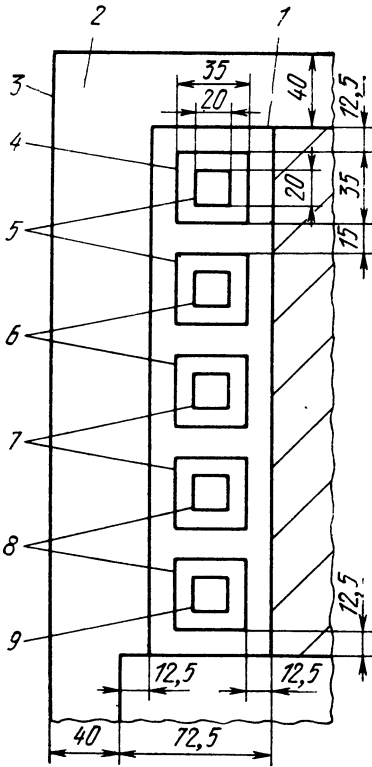


Рис. 9.14. Размеры и расположение фигур совмещения (размеры в микрометрах):

1 — граница кристалла, покрытого оксидом; 2 — поверхность кристалла без оксида; 3 — граница кристалла; 4 — фигура для топологии разделительного слоя; 5 — фигуры для топологии базового слоя; 6 — фигуры для топологии эмиттерного слоя; 7 — фигуры для топологии с контактными окнами; 8 — фигуры для топологии на слой металлизации

ному ряду Ra40 по ГОСТ 6636—69 (СТ СЭВ 514—77): 2,0; 2,1; 2,2; 2,4; 2,5; 2,6; 2,8; 3,0 и т. д.;

шероховатость поверхностей;

структура кристалла с таблицей характеристик;

технические требования.

Топологические чертежи на отдельные слои выполняют по чертежу общего вида топологии. Рисунок 9.15 содержит пример оформления топологического чертежа на отдельный слой, а на рис. 9.16—9.21 показаны остальные слои применительно к совмещенной топологии (рис. 9.11). Каждый из приведенных чертежей на отдельный слой должен содержать:

одну проекцию кристалла, показывающую форму и расположение окон или фигур данного слоя; у левого нижнего угла каждого многоугольника стоят порядковые номера вершин, с которых начинают нумерацию остальных вершин и продолжают по часовой стрелке. К следующему многоугольнику переходят по направлению снизу вверх и слева направо;

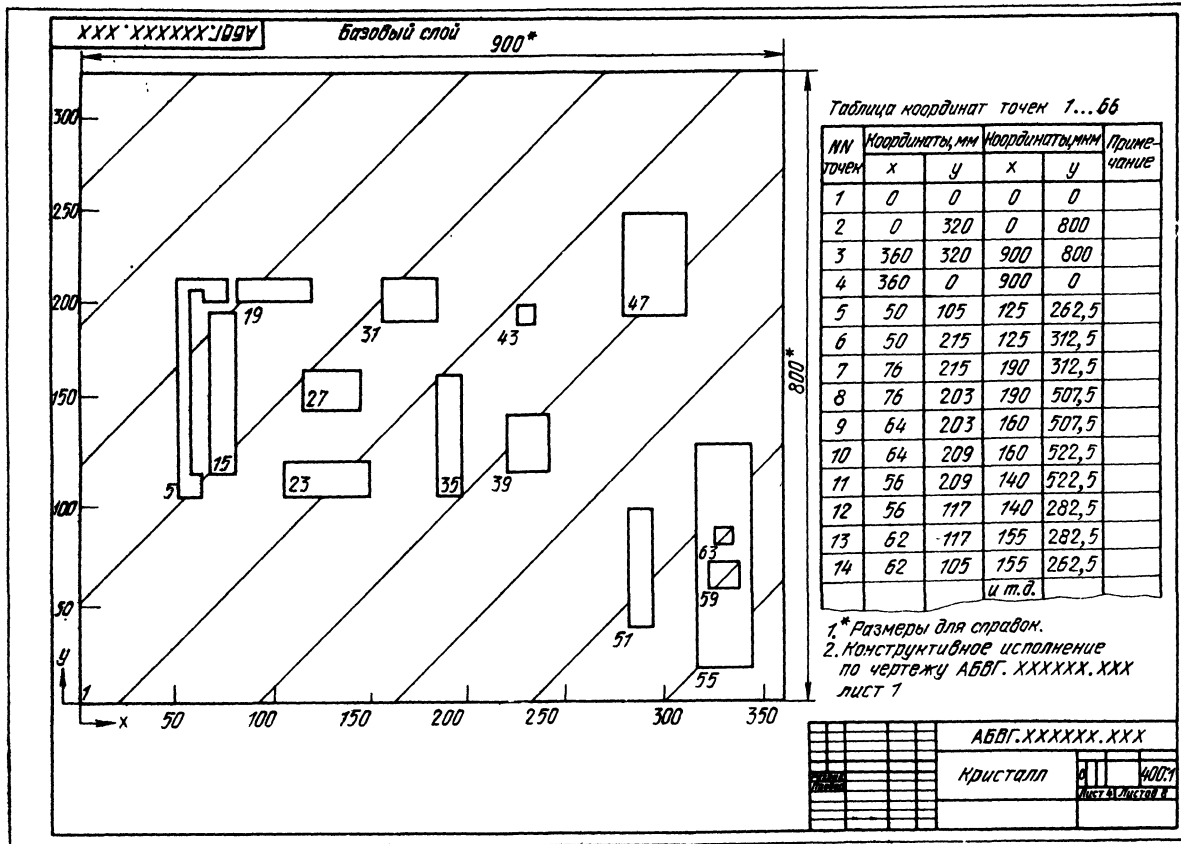


Рис. 9.15. Топологический чертеж на отдельный слой (базовый, лист 4)

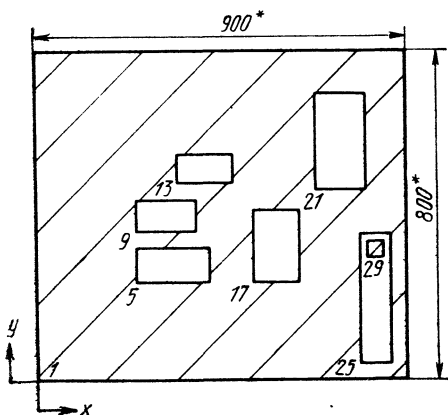


Рис. 9.16. Кристалл, скрытый слой, лист 2

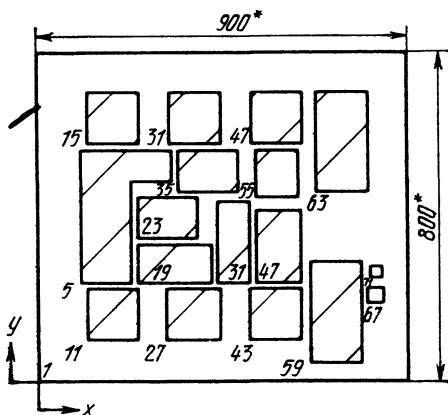


Рис. 9.17. Кристалл, разделительный слой, лист 3

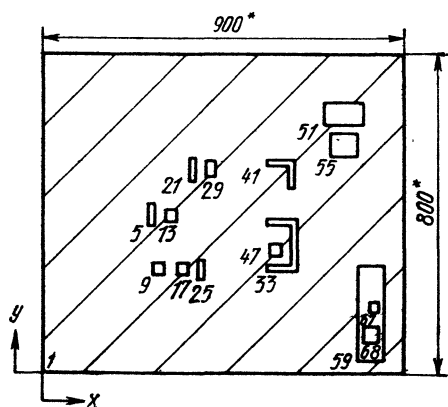


Рис. 9.18. Кристалл, эмиттерный слой, лист 5

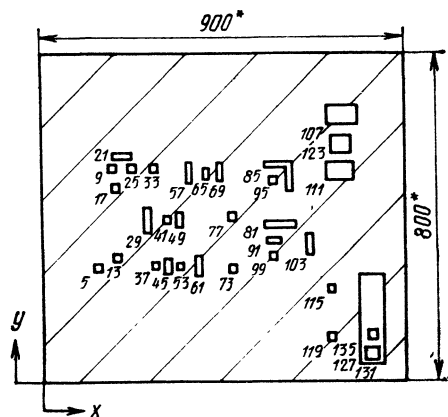


Рис. 9.19. Кристалл, контактные окна, лист 6

габаритные размеры кристалла;
 координаты по осям x, y ;
 основную надпись, содержащую то же обозначение, что и чертеж
 совмещенной топологии (АБВГ. ХХХХХХ.ХХХ), и номер листа
 (2, 3, ...);

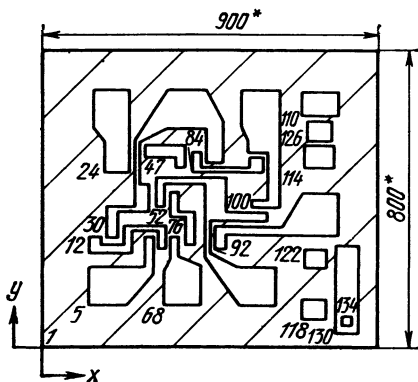


Рис. 9.20. Кристалл, слой металлизации, лист 7

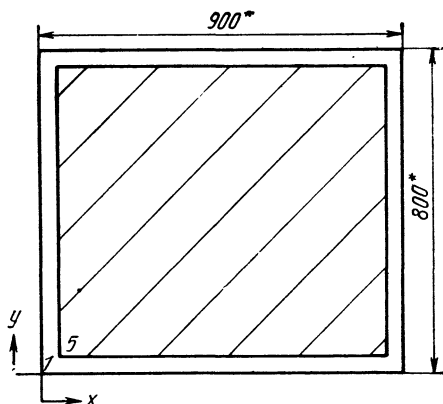


Рис. 9.21. Кристалл, слой пассивации, лист 8

технические требования:

1. *Размеры для справок.

2. Конструктивное исполнение по чертежу АБВГ. ХХХХХХ.ХХХ лист 1;

таблицу координат, измеренных на чертеже для всех вершин многоугольников в миллиметрах, а также действительные величины координат в микрометрах. Обычно таблицу помещают на отдельном листе с основной надписью, оформленной аналогично рис. 8.6. В таком случае обозначение будет АБВГ. ХХХХХХ. ХХХТБ.

Особенности отдельных чертежей:

на рис. 9.15 нанесены границы окон в оксиде под область базы транзисторов и анодных областей диодов, а также резисторов;

на рис. 9.16 изображены границы окон скрытого слоя транзисторов;

на рис. 9.17 показаны границы окон в оксиде под область разделительной диффузии;

на рис. 9.18 начерчены границы окон в оксиде под область эмиттера транзисторов, границы окон для области коллекторного контакта и катодов диодов;

на рис. 9.19 показаны границы контактных окон ко всем областям элементов;

на рис. 9.20 нанесены все металлизированные проводники и контактные площадки;

на рис. 9.21. показана граница пассивации.

Типы корпусов микросхем содержатся в ГОСТ 17467—79. На рис. 9.22, 9.23 представлен пример оформления сборочного чертежа микросхемы в корпусе и соответствующей спецификации.

АВВЛ.ХХХХХХХХ.016С

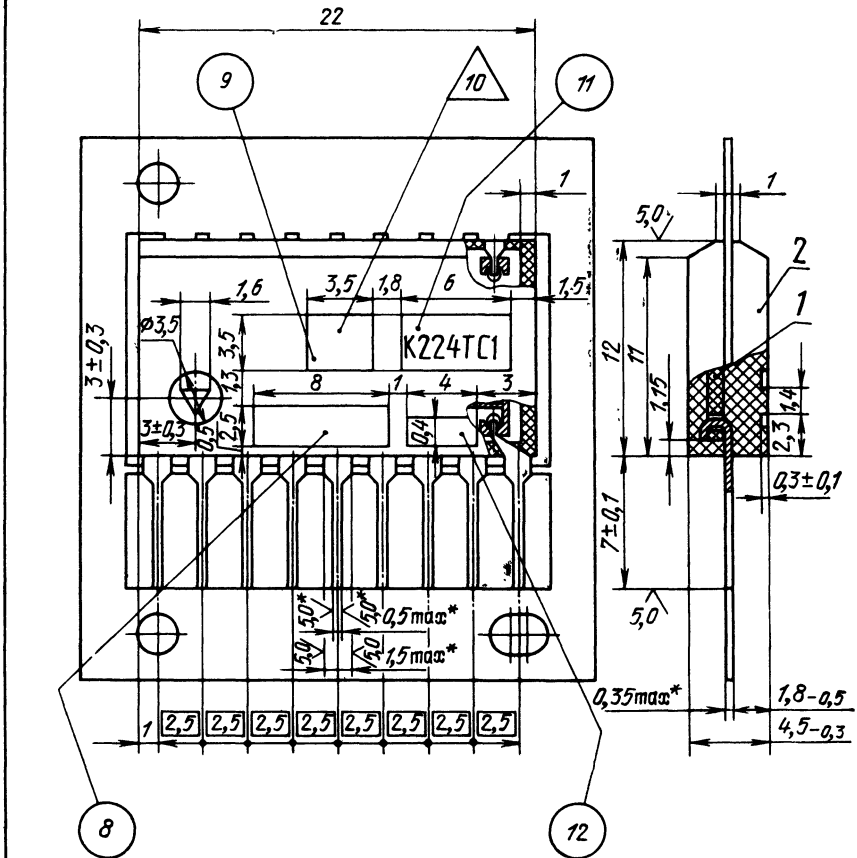


Рис. 9.22. Сборочный чертеж микросхемы

1. Опрессовать микросхему пресс-материалом поз. 2 согласно ОСТ...
2. Обрубку пластины элемента произвести после прессовки микросхемы.
- 3.* Размеры шероховатость поверхностей для справок.
4. Смещение осей выводов от номинального расположения не более 0,1 мм (допуск зависимый).
5. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватывающих по Н12, охватываемых по h12, прочих $\pm \frac{IT12}{2}$.
6. Радиусы скруглений опрессованных поверхностей микросхемы 0,5 мм таж.
7. Шероховатость опрессованных поверхностей микросхемы $\sqrt{1,0}$.
8. Маркировать товарный знак предприятия методом прессования. Допускается нанесение товарного знака предприятия красной БМ, белый.
9. Маркировать номер сопроводительного листа, порядковый номер микросхемы. Шрифт 2 по НО. 010. 007.
10. Нанести клеймо ОТК или представителя заказчика.
11. Маркировать условное обозначение микросхемы. Шрифт 2 по НО. 010. 007.
12. Маркировать год и месяц изготовления микросхемы. Шрифт 1 по НО. 010. 007.
13. Маркирование и клеймение по пп. 9, 10, 11, 12 произвести красной БМ, белый.

			АБВГ.ХХХХХХ.016СБ				
Изм.	Лист	Изданым.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масшт.
Разраб.					0,	3г	5:1
Провер.							
Т. монтаж					Лист	Листов 1	

Формат	Зона	№з.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
А3			АБВГ.ХХХХХХ.016СБ	Сборочный чертеж		
А3			АБВГ.ХХХХХХ.016ГЧ	Габаритный чертеж		
А3			АБВГ.ХХХХХХ.016ЭЗ	Схема электрическая принципиальная		
А4			АБВГ.ХХХХХХ.016ТУ	Технические условия		
А4			АБВГ.ХХХХХХ.016КУ	Карта технического уровня и качества		
А4			АБВГ.ХХХХХХ.016Д1	Справочный лист		
А4			АБВГ.ХХХХХХ.016ПФ	Патентный формуляр		
А4			АБВГ.ХХХХХХ.016ЭТ	Этикетка		
				<u>Сборочные единицы</u>		
А4	1		АБВГ.ХХХХХХ.037	Элемент	7	
				<u>Материалы</u>		
	2			Пресс-материал ЭФП-60ЫУО.023.001 ТУ 11-80	1,32	
				<u>Компленты</u>		
			АБВГ.ХХХХХХ.005	Упаковка	1/80	

Рис. 9.23. Спецификация микросхемы

9.3. Примеры САПР интегральных микросхем

Этап проектирования топологии интегральных микросхем, включающий определение взаимного расположения элементов и их соединений и разработку чертежей фотошаблонов, является одним из наиболее трудоемких и ответственных. Проектирование больших интегральных микросхем (БИС), содержащих 10^5 элементов, сверхбольших (СБИС) с числом элементов более 10^6 , а также создание топологии и чертежей возможны только с помощью САПР. В автоматизированном или автоматическом режиме выполняются следующие этапы проектирования: моделирование функционирования объекта проектирования; разработка топологии; контроль результатов проектирования и доработка; выпуск конструкторской и технологической документации.

Характеристики САПР, подсистем САПР ИС

Система (подсистема), страна	Этапы проектирования	Оборудование	Характеристика	Объект проектирования	Ссылка на литературу
1	2	3	4	5	6
«Рапира 5.3-82/МСБ» (СССР)	Размещение, трассировка соединений, изготовление фотооригиналов, получение КТД	ЭВМ ЕС не младше ЕС 1022 с ОЗУ 512 Кбайт, координатограф, графопостроитель	Наиболее эффективно решаются задачи для цифровых ИС низкочастотного диапазона	Тонко- и толсто- пленочные ИС	ОСТ 4.ГО.010.009—84
ТОПАЗ-3000 (СССР)	Логическое моделирование, схемотехнический анализ, синтез топологии, комплексный контроль топологии и др.	ЭВМ БЭСМ-6, ИГС 15-4-017 («Кулон»)	Время полного цикла проектирования от 4 до 6 мес. при потоке разработки 100...150 типов МБИС в год	МОП-матричные БИС, проектируемые на основе п-канальных и КМОП БМК, содержащих 1500...3000 вентиляей	[9]
ЛОТОС (СССР)	Подсистемы логического и топологического проектирования	ЭВМ БЭСМ-6	—	Матричные биполярные БИС любого типа	[30]
«Днепр-1,0» (СССР)	Интерактивное проектирование структурно-функциональной модели, логических и электрических схем; функциональный контроль БИС; проектирование топологии, фотошаблонов; получение управляющей информации для технологических автоматов	ЭВМ серии «Электроника», ИГС	—	Базовая тиражируемая САПР (БТ САПР)	[17]

Система (подсистема), страна	Этапы проектирования	Оборудование
1	2	3
SLOG (СССР)	Функционально-логическое моделирование	16-разрядные мини-ЭВМ типа СМ-4, ИГС
САМРИС-2,2М, 3, 4 (СССР)	Схемотехнический анализ, оптимизация	БЭСМ-6, ИГС
АКИМС (СССР)	Автоматический синтез проекта, получение КТД из структурного описания БИС	ЕС ЭВМ не младше ЕС-1045 с ОЗУ не менее 2 Мбайт
НИЛ (НРБ)	Автоматическое логическое и функциональное моделирование	ЕС ЭВМ с ОЗУ не менее 256 Кбайт

Окончание табл. 9.1

Характеристика	Объект проектирования	Ссылка на литературу
4	5	6
<p>Ограничения на сложность моделируемой схемы — число узлов: в одном фрагменте до 512; в схеме до 30 000; внешних узлов 127</p>	<p>Цифровые БИС</p>	<p>[24]</p>
<p>Обработка принципиальных схем, содержащих до 300 узлов</p>	<p>Цифровые БИС</p>	<p>[8, 18]</p>
<p>Время полного цикла проектирования 2 нед. при потоке 150...200 типов МБИС в год</p>	<p>МОП-МБИС на основе КМОП-БМК, содержащих 1500...3000 вентиляей</p>	<p>[22]</p>
<p>БИС, включающие в себя до 7 тыс. логических элементов</p>	<p>Цифровые БИС с произвольной логикой</p>	<p>[16]</p>

САПР СБИС (ЧССР): подсистемы: МОНЕТ, МОНЕТХ2, ЛОМАХ, ЗАНИО и др.	Логическое моделирование, контроль топологии, изготовление масок	ЭВМ ЕС	БИС, включающие 1000...5000 элементов	МОП-БИС	[36]
IBM (США)	Размещение, трассировка	IBM 370	Число вентилях БМК-5000; двухуровневое размещение (3 ч), глобальная и канальная трассировка (1,5 ч); степень заполнения ячеек кристалла 65%; процент трассировки 99,4	ТТЛШ матричных БИС	[34]
ULA Designer (Великобритания)	Все этапы проектирования, кроме автотрассировки	VAX 11/780, ИГС на PDP11/23	Длительность проектирования 1 нед.	Матричные БИС	[3]
MARS-M3 (Япония)	Размещение, трассировка	MELCOM, COSMO 700	Размерность БМК-680 вентилях; степень заполнения ячеек кристалла 80...95%; процент трассировки 100	Матричные БИС типа ЭСЛ, МОП	[34]
Mikron (США)	Генерация принципиальной схемы; логическое моделирование и генерация тестов; автоматическое размещение и трассировка	IBM PC/AT	Используется многооконное представление информации	Полузаказные ИС	[31]

Примечание. ИГС — интерактивная графическая система; МОП — металл — окисел — полупроводник; БМК — базовый матричный кристалл; ЭСЛ — эмиттерно-связанная логика; ТТЛШ — транзисторно-транзисторная логика с диодами Шоттки; КМОП — комбинентарная МОП-структура.

Помимо увеличения производительности САПР позволяют устранить ошибки, выявление которых возможно только на этапах производства или испытаний.

В табл. 9.1 приведены примеры отечественных и зарубежных САПР, а также подсистем САПР интегральных микросхем: универсальных (для любого типа проектируемых ИС); для определенного типа ИС (КМОП, ТТЛШ и др.); в зависимости от конструкции кристалла, например матричных БИС (БИС, реализуемых на основе базовых матричных кристаллов) и др.

Современный этап развития вычислительной техники позволяет создавать САПР ИС на базе мини- и персональных ЭВМ. К таким системам следует отнести «Днепр-1» (СССР) (табл. 9.1); AGS/860 (США); ICAD (Япония); DSCANSX-8000 (Япония) и др. [39].

Глава 10.

Общие сведения о схемах

10.1. Виды и типы схем

ГОСТ 2.701—84 (СТ СЭВ 651—77) устанавливает общие требования к выполнению схем, их виды и типы (табл. 10.1).

На рис. 10.1 показана **структурная схема**, которая определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи.

На рис. 10.2 приведен пример **функциональной схемы**, которая разъясняет определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом. Эти схемы используются при изучении принципов работы изделий, при их наладке, контроле и ремонте.

Таблица 10.1

Виды и типы схем

Виды схем (зависят от элементов и связей, входящих в состав изделия)		Типы схем (зависят от основного назначения)	
Электрические	Э	Структурные	1
Гидравлические	Г	Функциональные	2
Пневматические	П	Принципиальные	3
Кинематические	К	Соединений	4
Оптические	Л	Подключения	5
Вакуумные	В	Общие	6
Газовые	Х	Расположения	7
Автоматизации	А	Объединенные	0
Энергетические	Р		
Комбинированные	С		
Деления	Е		

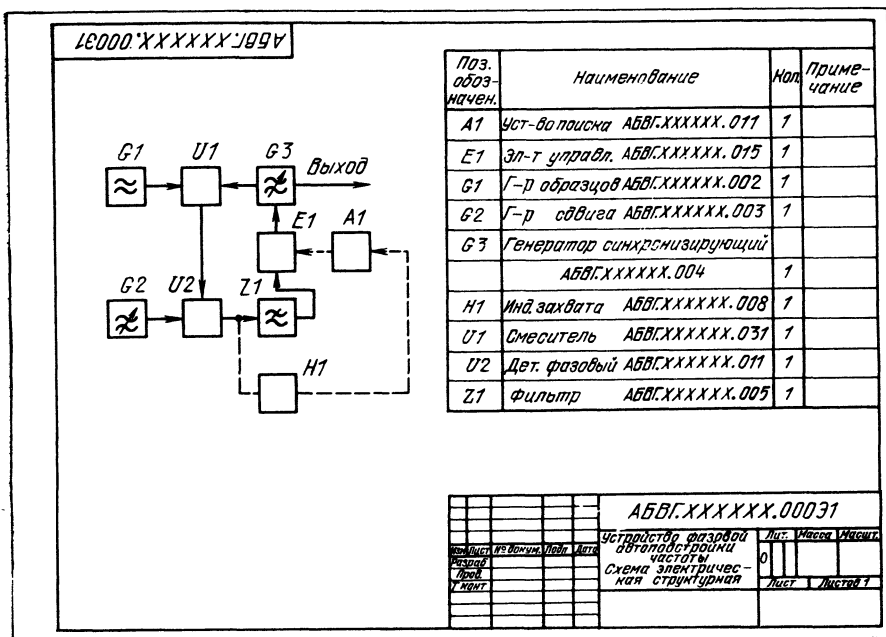


Рис. 10.1. Схема электрическая структурная (в рабочей документации сокращения не допускаются)

На рис. 10.3 представлена **принципиальная**, в данном случае электрическая схема. Она определяет полный состав элементов и связи между ними и, как правило, дает детальное представление о принципах работы изделия. Принципиальная схема служит исходным документом для разработки других конструкторских документов, в том числе чертежей. Эти схемы также используются для изучения принципов работы изделий при их наладке, контроле и ремонте.

При разработке конструкторских документов, определяющих прокладку и способы крепления проводов, жгутов и кабелей или трубопроводов в изделии, а также для осуществления присоединений при контроле, эксплуатации и ремонте изделий используют **схему соединений (монтажную)**. На рис. 10.4 приведен пример электрической схемы соединений.

Для осуществления внешних подключений изделий при их эксплуатации используют **схему подключения**. На рис. 10.5 приведен пример электрической схемы подключения.

Составные части комплекса, а также соединения их между собой на месте эксплуатации определяет **общая схема** (рис. 10.6).

Относительное расположение составных частей изделий и (при необходимости) проводов, жгутов, кабелей показывают на **схеме рас-**

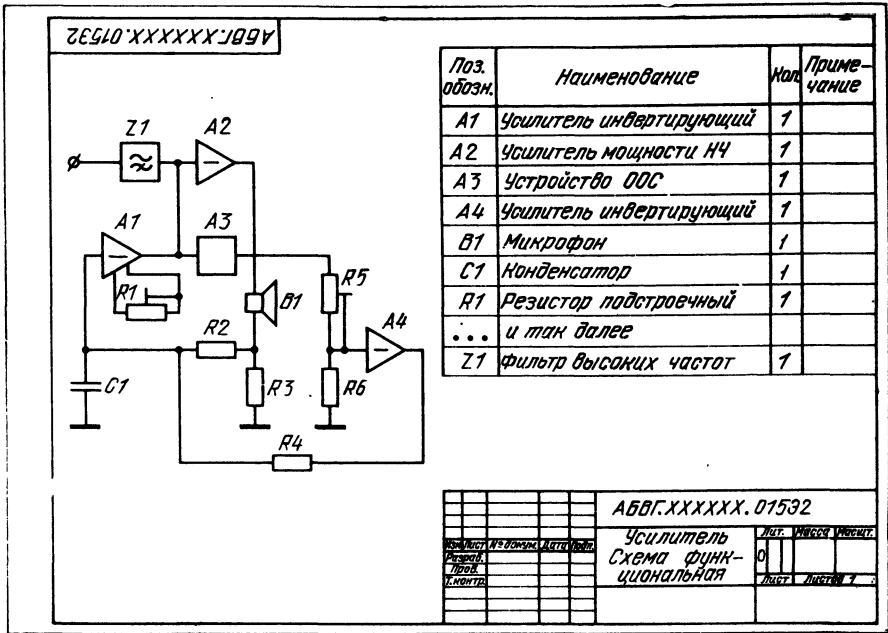


Рис. 10.2. Схема электрическая функциональная

положения. На рис. 10.7 приведен пример электрической схемы расположения.

Когда на одном конструкторском документе необходимо выполнить схемы двух или нескольких типов на одно и то же изделие, оформляют объединенную схему.

Таблица 10.2

Соответствие кодов типов электрических схем по ГОСТ 2.701—84 и СТ СЭВ 527—77

Наименование типов схем	Код типа схемы		Наименование типов схем	Код типа схемы	
	ГОСТ 2.701—84	СТ СЭВ 527—77		ГОСТ 2.701—84	СТ СЭВ 527—77
Структурные	1	101	Расположения	7	401
Функциональные	2	102	Электрооборудования и проводки на планах	—	402
Принципиальные	3	201	Электроснабжения и связи	—	403
Эквивалентные	—	202	Объединенные	0	—
Соединений	4	301			
Подключения	5	303			
Общие	6	302			

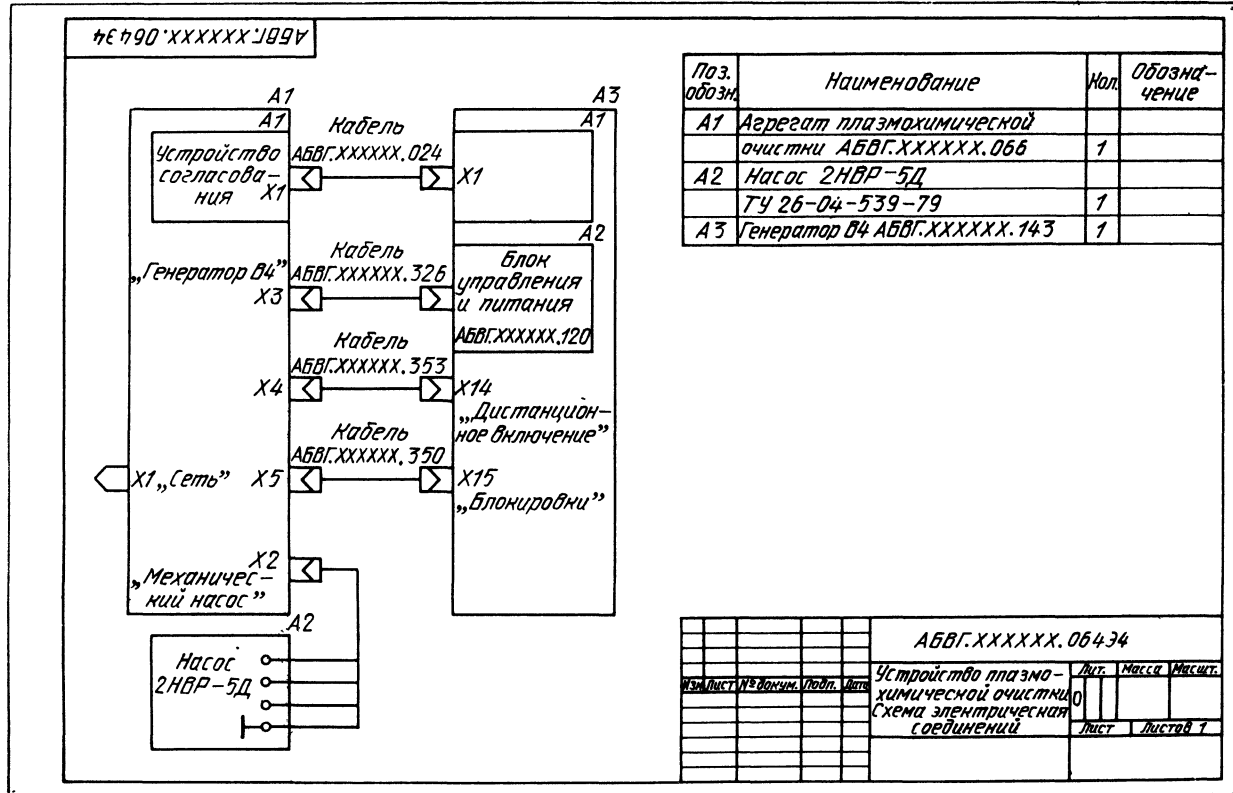


Рис. 10.4. Схема электрическая соединений

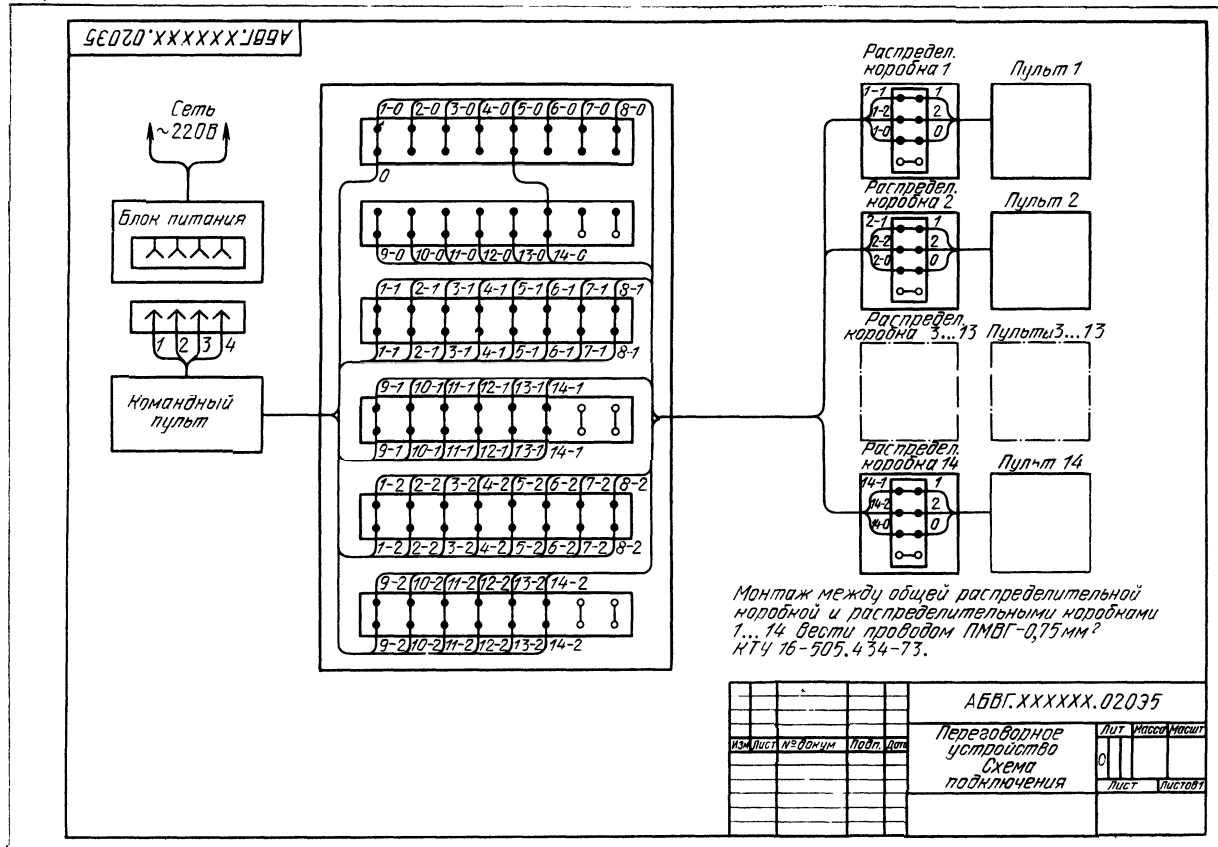


Рис. 10.5. Схема электрическая подключения

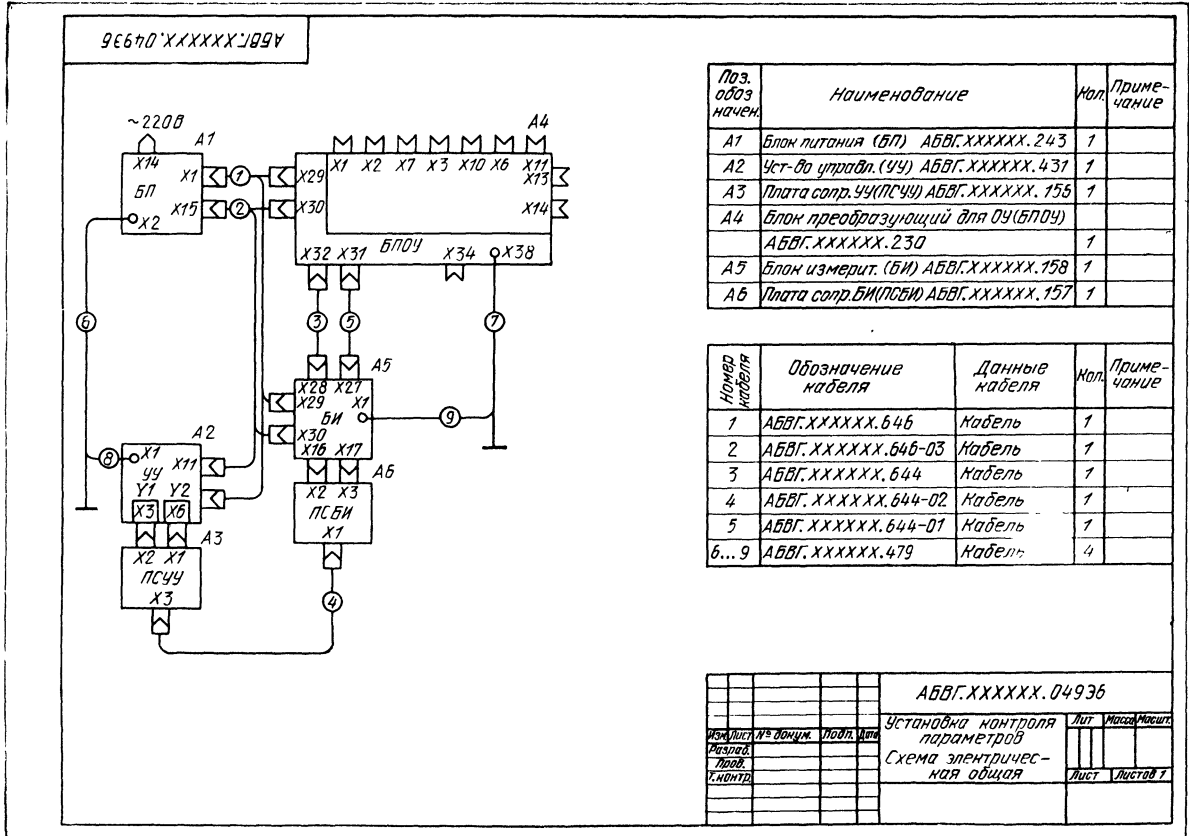


Рис. 10.6. Схема электрическая общая (в рабочей документации сокращения не допускаются)

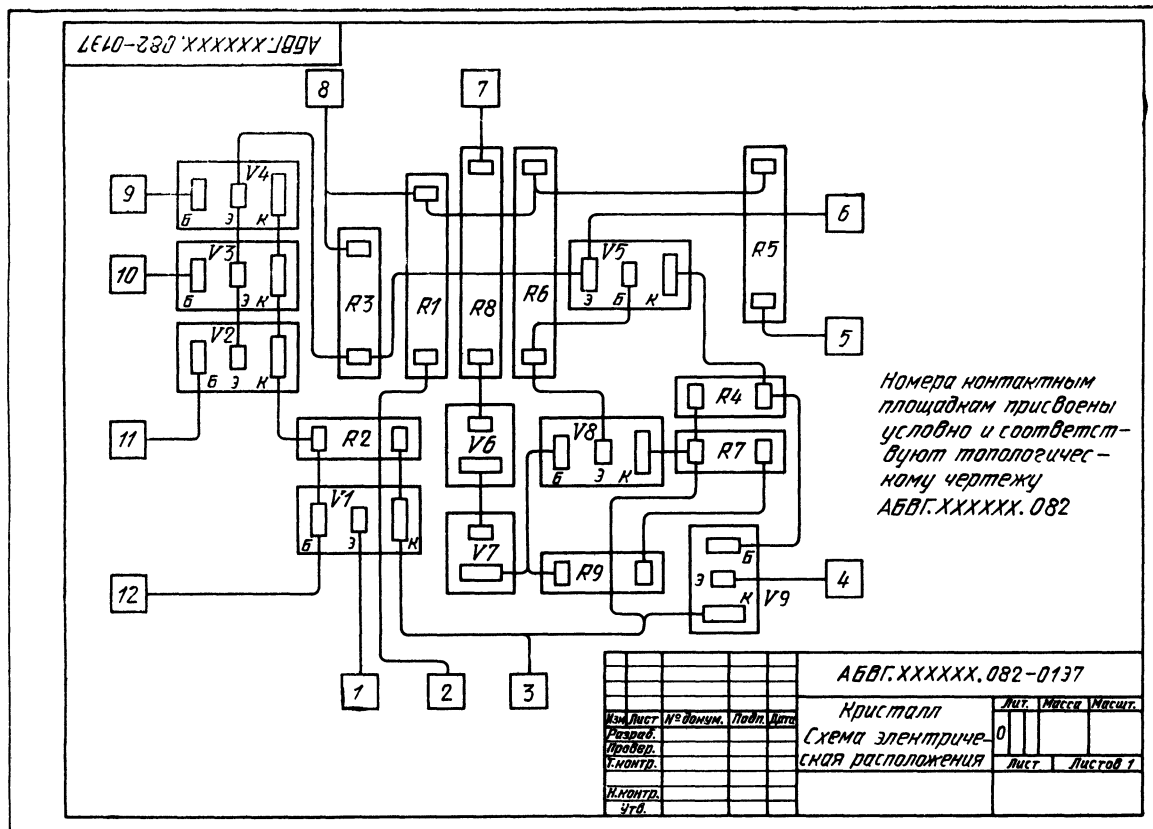


Рис. 10.7. Схема электрическая расположения

Вид и тип схемы определяют ее наименование и код. Например, схема электрическая (вид) принципиальная (тип) имеет код Э (электрическая) 3 (принципиальная); схема гидравлическая принципиальная — Г3 (см табл. 10.1). Таблица 10.2 дает коды типов электрических схем по ГОСТ и СТ СЭВ.

10.2. Общие требования к выполнению схем. Схема деления

Схемы выполняются без соблюдения масштаба на форматах, установленных ГОСТ 2.301—68 (СТ СЭВ 1181—78) и ГОСТ 2.004—79 (СТ СЭВ 4405—83), если схема выполняется автоматизированным методом.

При выполнении схем применяются графические обозначения: условные, установленные стандартами ЕСКД на соответствующие схемы; упрощенные внешние очертания (в том числе аксонометрические); прямоугольники.

Стандарты на условные графические обозначения элементов содержат также размеры ряда обозначений. Остальные обозначения следует изображать в размерах, в которых они выполнены графически в стандартах. Допускается:

пропорционально уменьшать все обозначения, сохраняя четкость схемы;

увеличивать условные графические обозначения при вписывании в них поясняющих знаков;

уменьшать условные графические обозначения, если они используются как составные части обозначений других элементов, например резистор в ромбической антенне;

повертывать условное обозначение на угол, кратный 45° , по сравнению с изображением, приведенным в стандарте, или изображать зер-

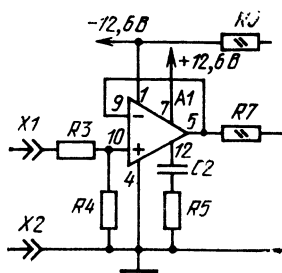


Рис. 10.8. Фрагмент электрической схемы: обрыв линии связи

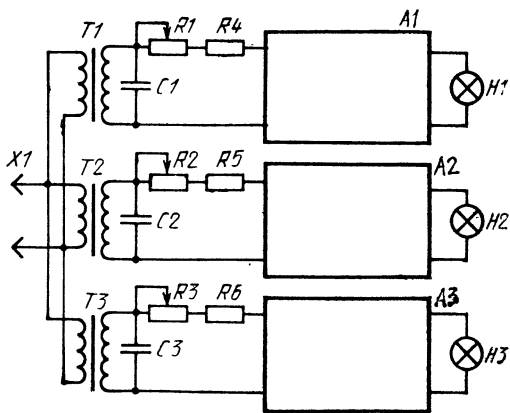
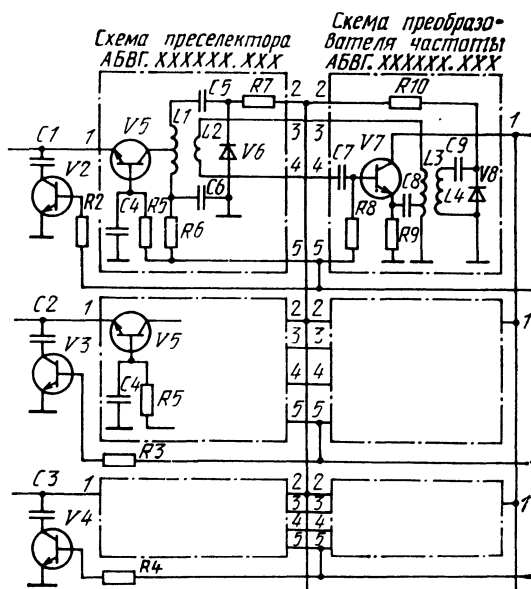


Рис. 10.9. Выделение на схеме устройства, имеющего самостоятельную принципиальную схему

Рис. 10.10. Выделение на схеме устройства функциональных групп, не имеющих самостоятельных схем



кально повернутым (с буквенно-цифровыми обозначениями допускается разворачивать УГО против часовой стрелки только на 45 или 90°.

Расстояние между отдельными графическими обозначениями не должно быть менее 2 мм.

В общем случае толщина линий связи и графических обозначений одинакова (рекомендуется 0,3; 0,4 мм). Утолщенными линиями изображают **линии групповой связи** (линии, условно изображающие группу линий электрической связи проводов, кабелей, шин, следующих на схеме в одном направлении). Утолщенные линии связи и графических обозначений выполняют вдвое толще принятой толщины линий связи.

Линии связи должны состоять, как правило, из горизонтальных и вертикальных отрезков с расстоянием между ними не менее 3 мм. При этом количество изломов и взаимных пересечений должно быть наименьшим. Если линии связи затрудняют чтение схемы, их можно оборвать, закончив стрелкой, и указать обозначение или наименование, присвоенное этой линии (например, номер провода, наименование сигнала, условное обозначение буквой, цифрой) — рис. 10.8.

На рис. 10.9 показано выделение на схеме устройства, имеющего самостоятельную принципиальную схему. Последнюю выполняют в виде прямоугольника сплошной линией, равной по толщине линии связи, или (допускается) линией в 2 раза толще линии связи, как на рис. 10.9.

На рис. 10.10 на схеме устройства выделены функциональные группы, не имеющие самостоятельных схем, штрихпунктирными линиями, равными по толщине линиям связи.

Около графических обозначений (справа или сверху) или на свободном поле схемы допускается помещать различные технические данные. Около графических обозначений элементов помещают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы — диаграммы, таблицы, текстовые указания.

Особое место занимает схема деления (ГОСТ 2.711—82). Схема деления изделия на составные части определяет состав изделия, входимость составных частей, их назначение и взаимосвязь. Составные части изделия изображают в виде квадратов, прямоугольников, параллелограммов и т.п. Обозначения и наименования пишут внутри условных графических обозначений или в таблице под схемой.

Глава 11.

Электрические схемы

11.1. Структурные схемы

ГОСТ 2.702—75 (СТ СЭВ 1188—78) содержит правила выполнения вручную или автоматизированным способом электрических схем изделий всех отраслей промышленности и энергетических сооружений. Ниже рассмотрены основные правила выполнения схем типов: структурных, функциональных, принципиальных, соединений, подключения, общих, расположения.

Электрическая структурная схема определяет основные функциональные части изделия (элементы, устройства, функциональные группы), их назначение и связь. Все функциональные части на схеме изображают в виде прямоугольников или условных графических обозначений (см. рис. 10.1, 11.1) с указанием типа элемента (устройства) и (или) документа (основной конструкторской документации, ГОСТ, ТУ), на основании которого этот элемент (устройство) применен. Если функциональных частей много, вместо наименований, типов и обозначений допускается проставлять порядковые номера справа от изображения или над ним, как правило, сверху вниз в направлении слева направо, с их расшифровкой в таблице, помещаемой на схеме (рис. 11.2). На схеме помещают поясняющие надписи, диаграммы, таблицы, указания параметров в характерных точках (величины токов, напряжений, формы и величины импульсов) (рис. 11.3), математические зависимости и т. п.

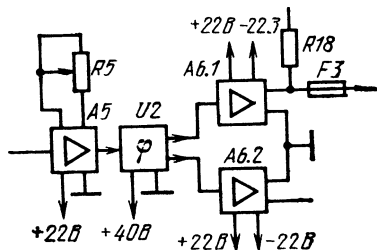


Рис. 11.1. Фрагмент структурной схемы: изображение функциональных частей

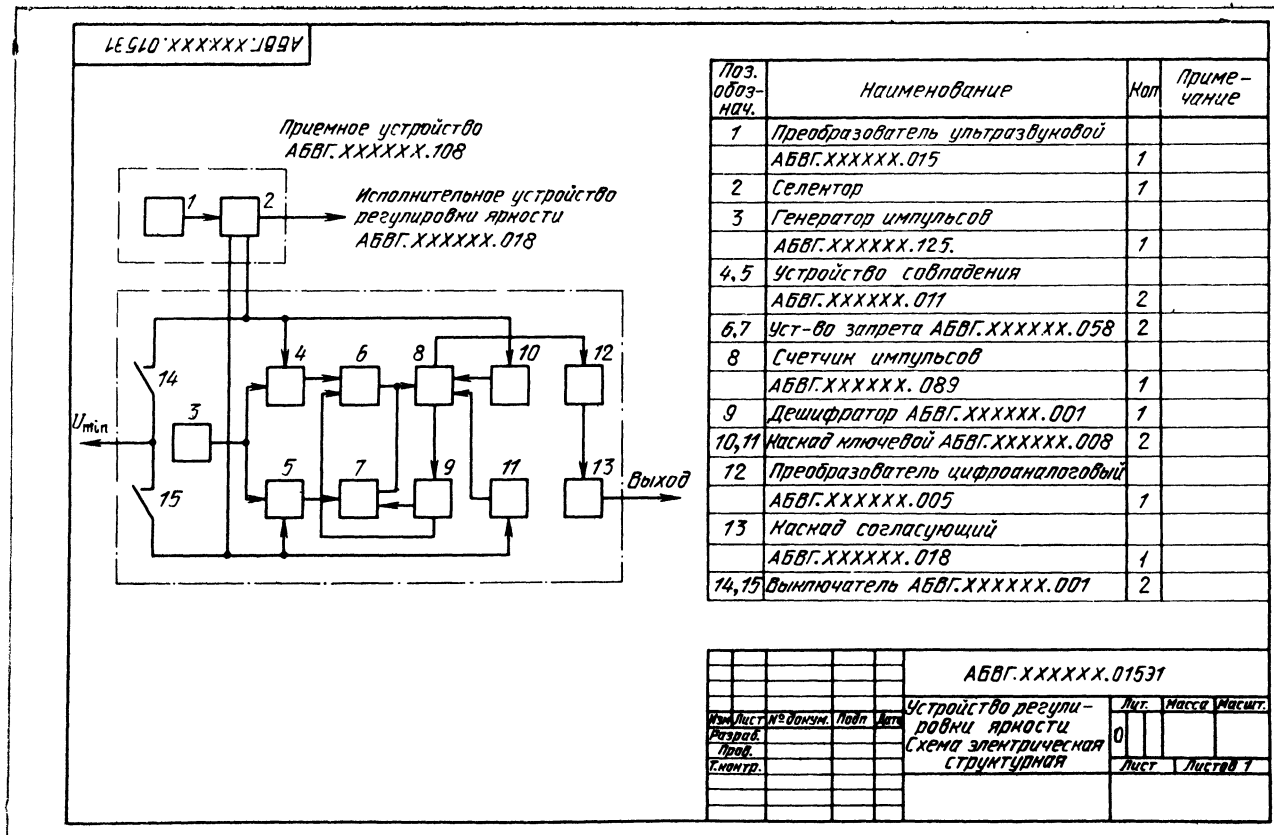


Рис. 11.2. Схема электрическая структурная (в рабочей документации сокращения не допускаются)

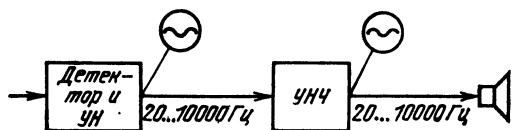


Рис. 11.3. Фрагмент структурной схемы

11.2. Функциональные схемы

На функциональной схеме изображают функциональные части изделия (элементы устройства и функциональные группы) и связи между ними с разъяснением последовательности процессов, протекающих в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом. Пример функциональной электрической схемы приведен на рис. 10.2. Функциональные части схемы принято изображать в виде либо условных обозначений, либо прямоугольников с указанием:

позиционных обозначений функциональных групп, устройств, элементов, присвоенных им на принципиальной схеме, и (или) их наименований;

типов;

обозначений документов, на основании которых функциональные части применены;

технических характеристик функциональных частей;

поясняющих надписей, диаграмм, таблиц, параметров в характерных точках.

Эти сведения приводятся выборочно в объеме, необходимом для наиболее полного и наглядного представления о последовательности процессов, иллюстрируемых схемой.

Наименования, типы и обозначения рекомендуется вписывать в прямоугольники.

11.3. Принципиальные схемы

Принципиальная схема определяет полный состав элементов и связи между ними и дает детальное представление о принципах работы изделия. На ней изображают все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также элементы (соединители, зажимы и т. п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи. Пример принципиальной электрической схемы приведен на рис. 10.3.

При графическом оформлении принципиальной схемы необходимо учитывать следующие правила и рекомендации.

Схемы выполняются для изделий, находящихся в отключенном положении. Элементы схем показывают условными графическими обозначениями, установленными стандартами ЕСКД (см. § 11.6).

Иногда элементы в схеме используются не полностью (например, не все контакты реле). В этом случае допускается показывать элемен-

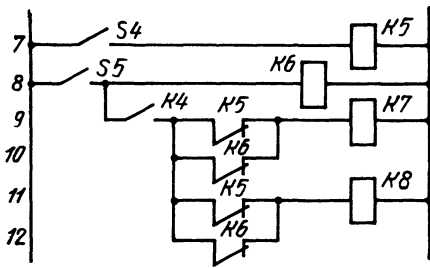


Рис. 11.4. Строчный метод изображения схемы: изображение элементов в схеме частично разнесенным способом

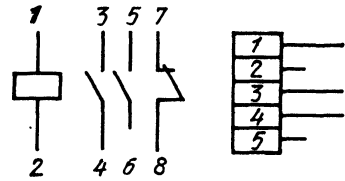


Рис. 11.5. Изображение элемента (реле) совмещенным способом

ты, ограничиваясь изображением только используемых частей (изображение реле К4 ... К8 на рис. 11.4).

Элементы типа реле, трансформаторов и других изделий, содержащих большое количество контактов, могут быть изображены на схеме двумя способами: совмещенным и разнесенным. При совмещенном способе (рис. 11.5) составные части элементов или устройств изображаются на схеме в непосредственной близости друг к другу; при разнесенном (реле К5 ... К8 на рис. 11.4) — в разных местах для большей наглядности отдельных цепей.

Выводы неиспользованных частей изображения следует чертить короче, чем выводы использованных частей.

На схеме указывают обозначения выводов (контактов) элементов или устройств, нанесенные на изделие или установленные в их документации (см. рис. 6.4, обозначение выводов трансформатора). Однако при изображении одинаковых элементов (устройств) обозначение выводов допускается указывать на одном из них (рис. 11.6), при разнесенном способе — на каждой составной части элемента или устройства. Схемы рекомендуется выполнять строчным способом: условные графические обозначения устройств и их составных частей, входящих в одну цепь, изображают последовательно друг за другом по прямой, а отдельные цепи — рядом в виде параллельных горизонтальных или вертикальных строк. При этом строки нумеруют арабскими цифрами (см. рис. 11.4).

На рис. 11.7 представлены два способа изображения схем: одно- и многолинейное. Как видно из рис. 11.7, б, при многолинейном изображении каждую цепь показывают отдельной линией, а элементы — отдельными условными графическими обозначениями. На рис. 11.7, в приведено однолинейное изображение цепи, когда цепи, выполняющие идентичные функции, изображают одной линией, а одинаковые элементы этих цепей — одним условным графическим обозначением.

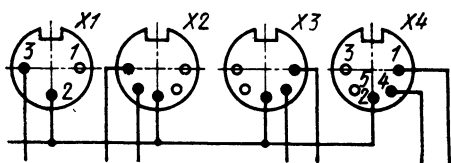


Рис. 11.6. Обозначение выводов (контактов), содержащихся в документации или указанных на чертеже

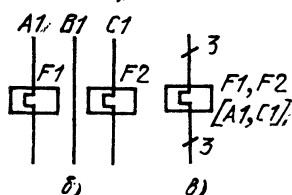
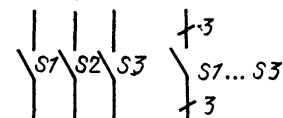
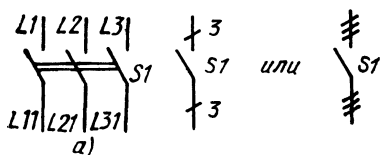


Рис. 11.7. Обозначение электрических цепей (а); много- (б) и однолинейное (в) изображение схем

При необходимости на схеме обозначают электрические цепи. Эти обозначения должны соответствовать ГОСТ 2.709—72 (СТ СЭВ 3754—82). Участки цепи, разделенные контактами аппаратов, обмотками реле и другими элементами, должны иметь разное обозначение. Участки цепи, проходящие через разъемные, разборные или неразборные контактные соединения, должны иметь одинаковое обозначение. При обозначении цепей применяют арабские цифры и прописные буквы латинского алфавита. Цифры и буквы выполняют одним размером шрифта. В силовых цепях переменного тока используют обозначения L1, L2, L3 и N и последовательные числа (см. рис. 11.7, а). Например, участки цепи первой фазы L1 — L11, L12, L13 и т. д, участки цепи второй фазы L2 — L21, L22, L23 и т.д. Участки силовых цепей постоянного тока положительной полярности обозначают нечетными числами, а отрицательной — четными. У входных и выходных участков цепи указывают полярности: «L +», «L —». Обозначения проставляют около концов или в середине участка цепи: а) при вертикальном расположении цепей — слева от изображения цепи (рис. 11.7, а); б) при горизонтальном расположении цепей — над изображением цепи.

Допускается сливать в одну линию несколько электрически не связанных линий связи. При этом, как показано на рис. 11.8, каждую линию в месте слияния, а при необходимости на обоих концах помечают условными обозначениями. Надписи, знаки или графические обозначения (на рис. 11.9: «Сеть», «127 В», «220 В»), которые должны быть нанесены на изделие (их на схеме заключают в кавычки), помещают около соответствующих элементов для пояснения их назначения.

На схеме указывают характеристики входных цепей изделий (частоту, напряжение, силу тока, сопротивление и т. п.), а также парамет-

Рис. 11.8. Изображение лийной связи

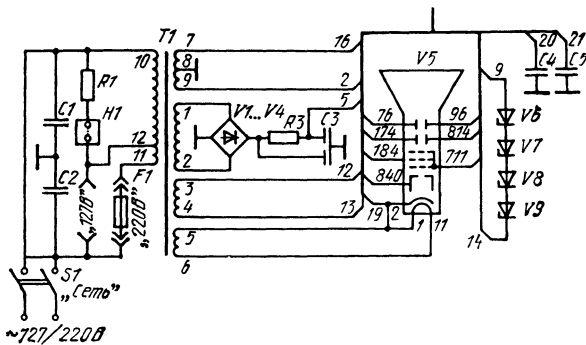
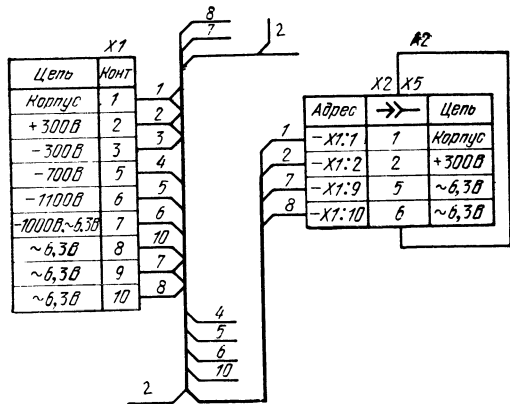


Рис. 11.9. Фрагмент электрической схемы соединений

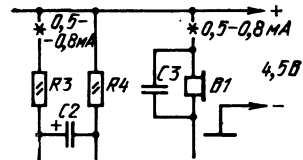


Рис. 11.10. Нанесение характеристик входных и выходных цепей, параметров в контрольных точках

ры, подлежащие измерению на контрольных контактах, гнездах и т.п. (рис. 11.10).

Допускается указывать адреса внешних соединений входных и выходных цепей данного изделия, если они известны. Например, адрес «= А — Х3:5» означает, что выходной контакт изделия должен быть соединен с пятым контактом третьего соединителя устройства А. Характеристики входных и выходных цепей, а также адреса их внешних подключений рекомендуется записывать в таблицы по форме, приведенной на рис. 11.11. Таблицы помещают вместо условных графических обозначений входных и выходных элементов — соединителей, плат и т. д. Таблицам присваивают позиционные обозначения элементов, которые они заменяют. Из таблицы могут быть изъяты графы, если сведения для них отсутствуют (адрес на рис. 11.12), и введены допол-

X1

Конт	Цель	Адрес
1	$\Delta f = 0,3...3 \text{ кГц}; R_H = 6000 \text{ Ом}$	$= A1-X1:1$
2	$U_{\text{вых}} = 0,5 \text{ В}; R_H = 6000 \text{ Ом}$	$= A1-X1:2$
3	$U_{\text{вых}} = +60 \text{ В}; R_H = 500 \text{ Ом}$	$= A1-X1:3$
4	$U_{\text{вых}} = +20 \text{ В}; R_H = 1 \text{ кОм}$	$= A1-X1:4$

Рис. 11.11. Форма таблицы характеристик входных и выходных цепей

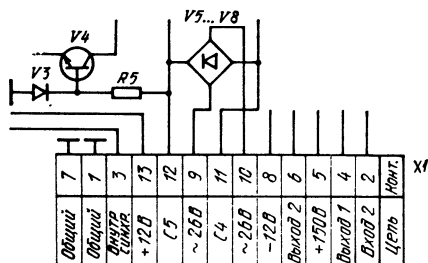


Рис. 11.12. Пример таблицы характеристик и выходных цепей без графы «Адрес»

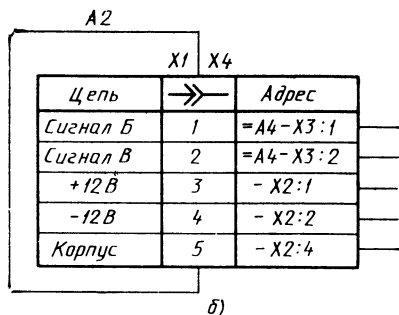
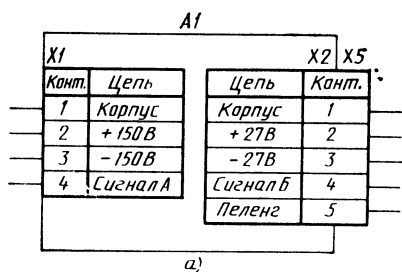


Рис. 11.13. Размещение таблицы характеристик входных и выходных цепей при изображении устройств в виде прямоугольника:

a — без указания адресов внешних соединений; *б* — с указанием адресов внешних присоединений

нительные. Если на схеме несколько таких таблиц, головку таблицы можно приводить только один раз. Порядок расположения контактов в таблице определяется удобством построения схемы.

Если устройства (рис. 11.13), имеющие самостоятельную принципиальную схему, изображены в виде прямоугольника, то вместо условных графических обозначений входных и выходных элементов в прямоугольнике (рис. 11.13, *a*) помещают таблицы с характеристиками входных и выходных цепей, а вне прямоугольника (рис. 11.13, *б*) — таблицы с указанием адресов внешних присоединений. Сведения о соединении контактов многоконтактных соединителей записывают двумя способами:

1) в таблицах (рис. 11.14) около изображения соединителей, на поле схемы или на последующих листах помещают:

в графе «Конт.» — номер контакта соединителя (записывают по возрастанию номеров);

в графе «Адрес» — номер цели и (или) позиционное обозначение элементов, соединенных с контактом;

Конт.	Адрес	Цепь	Адрес Внешний
1	K1:3	+27В	=A1-X1:1
2	K1:5	-27В	=A1-X1:2

Рис. 11.14. Таблица характеристик, цепей и адресов внешних соединений

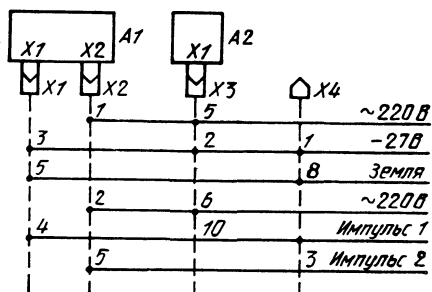


Рис. 11.15. Нанесение сведений о соединении контактов входных и выходных цепей при изображении их разнесенным способом

в графе «Цепь» — характеристику цепи;

в графе «Адрес внешний» — адрес внешнего соединения;

2) соединения с контактами соединителя изображают разнесенным способом (рис. 11.15). Точки, соединенные штриховой линией с соединителем, обозначают соединения с соответствующими контактами этого соединителя.

На поле схемы допускается помещать:

указания о марках, сечениях и расцветках проводов и кабелей, соединяющих элементы, устройства, функциональные группы;

указания о специфических требованиях к электрическому монтажу данного изделия.

Позиционные обозначения. Всем элементам, устройствам и функциональным группам изделия, изображенным на схеме, присваиваются позиционные обозначения, содержащие информацию о виде элемента (устройства, функциональной группы) и его порядковом номере в пределах данного вида. При необходимости записывают информацию о функции, выполняемой данным элементом (устройством, функциональной группой) в изделии. Позиционное обозначение состоит в общем случае из трех частей, имеющих самостоятельное смысловое значение. Их записывают без разделительных знаков и пробелов одним размером шрифта. В первой части указывают вид элемента (устройства, функциональной группы) одной или несколькими буквами согласно ГОСТ 2.710—81 (буквенные коды распространяемых видов элементов приведены в табл. 11.1), например: R — резистор, С — конденсатор, BS — звукосниматель; во второй части — порядковый номер элемента (устройства, функциональной группы) в пределах данного вида, например: R1, R2, ..., R12, C1, C2, ..., C14; в третьей части допускается указывать соответствующее функциональное назначение, буквенные коды для которого приведены в табл. 11.2, например: C4I — конденсатор C4, используемый как интегрирующий. Порядковые номера

Буквенные коды наиболее распространенных видов элементов

Первая буква кода (обязательная)	Группа видов элементов	Примеры видов элементов	Двухбуквенный код
1	2	3	4
A	Устройство (общее обозначение)		
B	Преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания) или наоборот; аналоговые или многорядные преобразователи или датчики для указания или измерения	Громкоговоритель Магнитострикционный элемент Детектор ионизирующих излучений Сельсин-приемник Телефон (капсоль) Сельсин-датчик Тепловой датчик Фотоэлемент Микрофон Датчик давления Пьезоэлемент Датчик частоты вращения (тахогенератор) Звукосниматель Датчик скорости	BA BB BD BE BF BC BK BL BM BP BQ BR BS BV
C	Конденсаторы		
D	Схемы интегральные, микросборки	Схема интегральная аналоговая Схема интегральная цифровая, логический элемент Устройство хранения информации	DA DD DS
E	Элементы разные	Устройство задержки Нагревательный элемент Лампа осветительная Пиропатрон	DT EK EL ET FA
F	Разрядники, предохранители, устройства защитные	Дискретный элемент защиты по току мгновенного действия То же инерционного действия Предохранитель плавкий Дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник Батарея	FP FU FV GB
G	Генераторы, источники питания		
H	Устройства индикационные и сигнальные	Прибор звуковой сигнализации Индикатор символьный Прибор световой сигнализации	HA HG HL
K	Реле, контакторы, пускатели	Реле токовое Реле указательное Реле электротепловое Контактор, магнитный пускатель Реле времени Реле напряжения	KA KH KK KM KT KV

Первая буква кода (обязательная)	Группа видов элементов	Примеры видов элементов	Двухбуквенный код
1	2	3	4
L	Катушки индуктивности, дроссели	Дроссель люминесцентного освещения	LL
M	Двигатели		
P	Приборы, измерительное оборудование	Амперметр Счетчик импульсов Частотомер (примечание: сочетание PE не допускается) Счетчик активной энергии Счетчик реактивной энергии Омметр Регистрирующий прибор Часы, измеритель времени действия Вольтметр Ваттметр	PA PC PF PI PK PR PS PT PV PW
Q	Выключатели и разъединители в силовых цепях (энергоснабжение, питание, оборудование и т. д.)	Выключатель автоматический Короткозамыкатель Разъединитель	QF QK QS
R	Резисторы	Терморезистор Потенциометр Шунт измерительный Варистор	RK RP RS RU SA
S	Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации и измерительных	Выключатель или переключатель Выключатель кнопочный Выключатель автоматический (для аппаратов, не имеющих контактов силовых цепей) Выключатели, срабатывающие от различных воздействий: от уровня от давления от положения (путевой) от частоты вращения от температуры	SB SF SL SP SQ SR SK
T	Трансформаторы, автотрансформаторы	Трансформатор тока Электромагнитный стабилизатор Трансформатор напряжения	TA TS TV
U	Устройства связи Преобразователи электрических величин в электрические	Модулятор Демодулятор Дискриминатор Преобразователь частотный, инвертор, генератор частоты, выпрямитель	UB UR UI UZ

Первая буква кода (обязательная)	Группа видов элементов	Примеры видов элементов	Двухбуквенный код
1	2	3	4
V	Приборы электровакуумные и полупроводниковые	Диод, стабилитрон Прибор электровакуумный	VD VL
W	Линии и элементы СВЧ, антенны	Транзистор Тиристор Ответвитель Короткозамыкатель Вентиль Трансформатор, неоднородность, фазовращатель Аттенюатор	VT VS WE WK WS WT
X	Соединения контактные	Антенна Токосъемник, контакт скользящий Штырь Гнездо	WA XA XP XS
Y	Устройства механические с электромагнитным приводом	Соединение разборное Соединитель высокочастотный Электромагнит Тормоз с электромагнитным приводом Муфта с электромагнитным приводом Электромагнитный патрон или плита	XT XW YA YB YC YN
Z	Устройства оконечные, фильтры, ограничители	Ограничитель Фильтр кварцевый	ZL ZQ

присваивают, начиная с единицы, в пределах группы с одинаковыми позиционными обозначениями в соответствии с последовательностью расположения элементов на схеме, считая, как правило, сверху вниз в направлении слева направо.

Позиционные обозначения проставляют рядом с условными графическими обозначениями элементов с правой стороны или над ними.

При изображении на схеме элемента (устройства, функциональной группы) разнесенным способом позиционные обозначения элемента или устройства проставляют около каждой составной части (рис. 11.16). При этом в позиционное обозначение элемента, функциональной группы или устройства допускается включать обозначение устройства (группы), в которое входит элемент, например: = АЗ — С5 — конденсатор С5, входящий в устройство АЗ; ≠ Т1 — С5 — конденсатор С5, входящий в функциональную группу Т1. (Знаки «=», «≠» — квалифицирующие символы — приведены в табл. 11.3).

Буквенные коды для указания функционального назначения элементов

Буквенный код	Функция элемента (устройства)	Буквенный код	Функция элемента (устройства)
A	Вспомогательный	N	Измерительный
B	Направление движения (вперед, назад, вверх, вниз, по часовой стрелке, против часовой стрелки)	P	Пропорциональный
C	Считающий	Q	Состояние (старт, стоп, ограничение)
D	Дифференцирующий	R	Возврат, сброс
F	Защитный	S	Запоминание, запись
G	Испытательный	T	Синхронизация, задержка
H	Сигнальный	V	Скорость (ускорение, торможение)
I	Интегрирующий	W	Сложение
K	Толкающий	X	Умножение
M	Главный	Y	Аналоговый
		Z	Цифровой

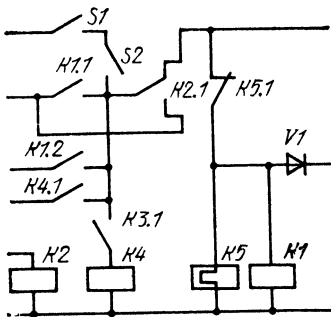


Рис. 11.16. Простановка позиционных обозначений при изображении элементов и устройств разнесенным способом

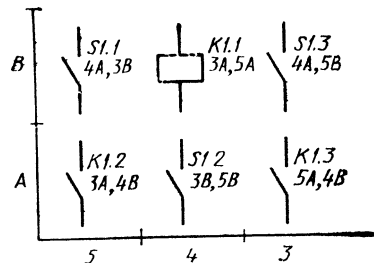


Рис. 11.17. Указание зон или номера строки в позиционных обозначениях

Таблица 11.3

Классифицирующие символы условных обозначений

Тип условного обозначения	Символ
Обозначение высшего уровня — устройство	=
Обозначение высшего уровня — функциональная группа	≠
Обозначение конструктивного расположения (конструктивное обозначение)	+
Позиционное обозначение	—
Обозначение электрического контакта	:
Адресное обозначение	()

Если поле схемы разбито на зоны или схема выполнена строчным способом, то позиционное обозначение составных частей элементов, выполненных разнесенным способом, включает обозначение зон или номера строк, в которых изображены все остальные составные части элемента или устройства. Их указывают в скобках под позиционным обозначением или справа от него (рис. 11.17).

Позиционные обозначения одинаковых элементов при однолинейном изображении схемы наносят согласно рис. 11.7. У одного условного графического обозначения, заменяющего несколько графических обозначений одинаковых элементов, указывают позиционные обозначения всех элементов. При отсутствии элементов в некоторых цепях, изображенных однолинейно, справа от позиционного обозначения или под ним записывают в квадратных скобках обозначения цепей, в которых эти элементы имеются.

На рис. 11.18 представлено изображение на схеме параллельного (рис. 11.18, а) и последовательного (рис. 11.18, б) соединений одинаковых элементов, устройств или функциональных групп. При параллельном соединении допускается вместо изображения всех ветвей параллельного соединения изображать только одну ветвь, указывая количество ветвей при помощи обозначения ответвления. Позиционные обозначения элементов, устройств, функциональных групп проставляют с учетом всех ветвей, входящих в параллельное соединение. При последовательном соединении вместо изображения всех последовательных соединенных элементов, устройств, функциональных групп допускается изображать только первый и последний элементы, показывая электрические связи между ними штриховыми линиями. Над штриховой линией указывают общее количество одинаковых элементов. В позиционных обозначениях при этом должны быть учтены элементы, устройства, функциональные группы, не изображенные на схеме.

Элементам, входящим в функциональные группы, присваивают позиционные обозначения по общим правилам. При наличии в изделии

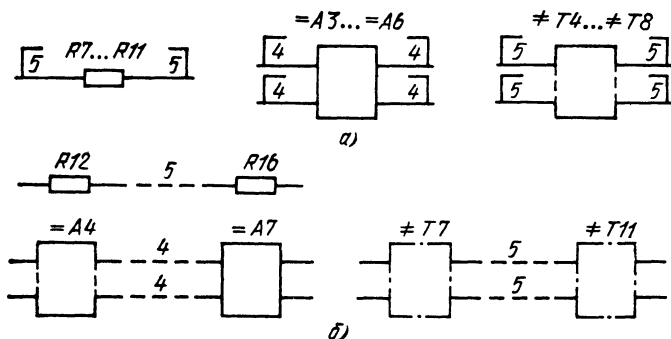
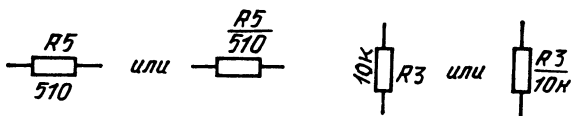


Рис. 11.18. Изображение нескольких одинаковых элементов (устройств), соединенных параллельно (а) и последовательно (б)

Рис. 11.19. Упрощенный способ обозначения единиц измерений около условных графических обозначений



нескольких одинаковых функциональных групп (см. рис. 10.10) позиционные обозначения элементов, присвоенные в одной из этих групп, повторяют в последующих. Элементом, входящим в устройства, присваивают позиционные обозначения в пределах каждого устройства (см. рис. 10.9).

В некоторых случаях (например, в принципиальных схемах на полупроводниковую интегральную микросхему) около условных графических и позиционных обозначений указывают номиналы резисторов и конденсаторов. При этом допускается применять упрощенный способ обозначения единиц измерений (рис. 11.19):

для резисторов:

от 0 до 999 Ом — без указания единиц измерения;

от $1 \cdot 10^3$ до $999 \cdot 10^3$ Ом — в килоомах с обозначением единицы измерения строчной буквой к;

от $1 \cdot 10^6$ до $999 \cdot 10^6$ Ом — в мегаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой М;

свыше $1 \cdot 10^9$ Ом — в гигаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой Г;

для конденсаторов:

от 0 до $9999 \cdot 10^{-12}$ Ф — в пикофарадах без указания единицы измерения;

от $1 \cdot 10^{-8}$ до $9999 \cdot 10^{-6}$ Ф — в микрофарадах с обозначением единицы измерения мкФ.

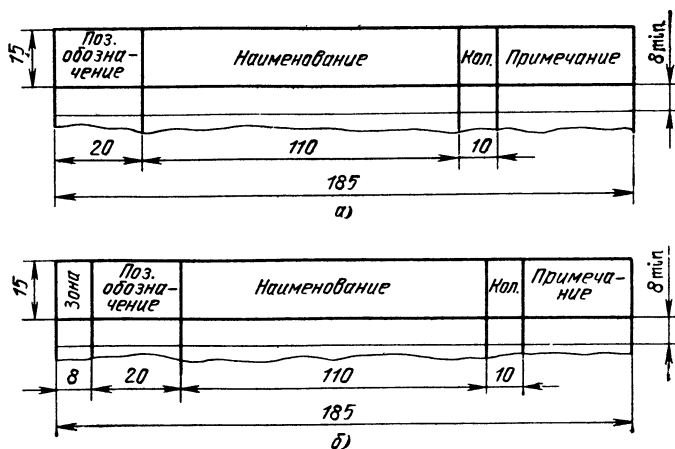


Рис. 11.20. Формы таблиц перечня элементов

Перечень элементов. Все сведения об элементах, входящих в состав изделия и изображенных на схеме, записывают в перечень элементов, который помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа.

В первом случае перечень оформляют в виде таблицы, заполняемой сверху вниз по форме рис. 11.20, *а*, как правило, над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм от нее. Продолжение перечня помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

Во втором случае перечень элементов выполняют на формате А4 с присвоением шифра, состоящего из буквы П (перечень) и кода схемы, к которой выпускается перечень, например: ПЭЗ — перечень элементов к принципиальной электрической схеме.

В графах перечня указывают следующие данные:

в графе «Поз. обозначение» — позиционное обозначение элемента, устройства или обозначение функциональной группы;

в графе «Наименование» — наименование элемента (устройства) в соответствии с документом, на основании которого этот элемент (устройство) применен, а также обозначение этого документа (основной конструкторский документ: ГОСТ, ТУ);

в графе «Примечание» — технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании (при необходимости);

в графе «Зона» (в случае разбивки поля схемы на зоны, рис. 11.20, *б*) — обозначение зоны; при строчном способе выполнения схемы — номер строки, в которой расположен данный элемент (устройство).

Элементы записывают в перечень группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров. Элементы одного типа с одинаковыми электрическими параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень в одну строку. В этом случае в графу «Поз. обозначение» вписывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например: R3, R4, C8, ..., C12, а в графу «Кол.» — общее количество таких элементов.

На рис. 11.21 показаны примеры записи элементов, у которых одинаковые:

наименования (рис. 11.21, *а*); записывают в виде общего заголовка один раз на каждом листе перечня;

обозначения документов, на основании которых эти элементы применены (рис. 11.21, *б*);

устройства или функциональные группы (рис. 11.21, *в*); записывают элементы, входящие в каждое устройство (группу), начиная с наименования устройства (группы), которое подчеркивают; в графе «Кол.» указывают количество одинаковых устройств (групп), изображенных на схеме в одной строке с заголовком; количество элементов, входящих в одно устройство (группу). Элементы устройств (групп) записывают после изделий, в них не входящих. Позиционные обозначения

элементов, параметры которых подбирают при регулировании, отмечают на схеме и в перечне звездочкой (например, R1*), на поле схемы помещают запись: «Подбирают при регулировании». В перечне указывают наименование и параметр элемента, близкого к расчетному.

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	Резисторы		
R1	МЛТ-0,5-300кОм ± 5% ...	1	
R2	ГСП-Г-А-560 Ом ± 10% ОС-3-12 ГОСТ 5574-65	1	
R3	ПЭВ-10-3кОм ± 5% ГОСТ 6513-66	1	

а)

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	Резисторы ОМЛТ ...		
	Резисторы СП ГОСТ 5574-65		
	Резисторы ПЭВ ГОСТ 6513-66		
R1	ОМЛТ-0,5-200 Ом ± 10%	1	
R2	ГСП-Г-А-560 Ом ± 10% ОС-3-12	1	
R3	ПЭВ-10-3кОм ± 5%	1	
R4	ОМЛТ-2-630 Ом ± 5%	1	
R5, R6	ОМЛТ-0,5-910 кОм ± 10%	2	

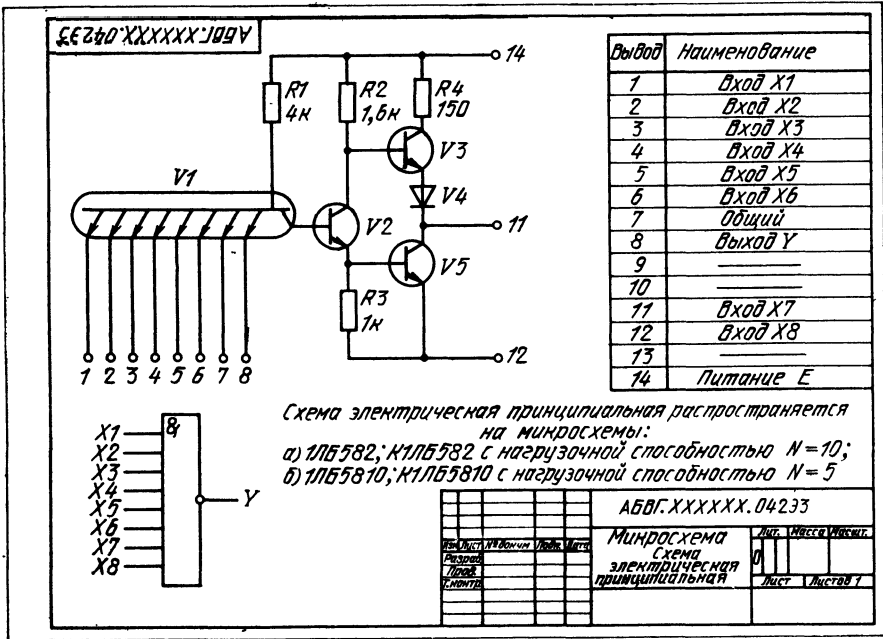
б)

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R37, R38	„ МЛТ-0,5-51к ± 5%	2	
R39, R40	„ МЛТ-0,5-12к ± 10%	2	
Д1... Д17	Триггер АБВГ.ХХХХХХ.003	17	
R1*	Резистор МЛТ-0,5-510кОм ± 5%	1	
R2	„ МЛТ-0,5-360кОм ± 5%	1	
R3, R4	„ МЛТ-0,5-300кОм ± 5%	2	
R5	„ МЛТ-0,5-510кОм ± 5%	1	
R6	„ МЛТ-0,5-360кОм ± 5%	1	

в)

Рис. 11.21. Оформление перечня элементов:

а — запись элементов, имеющих общее наименование; б — запись документов, на основании которых элементы применены; в — запись элементов, устройств одинаковых функциональных групп; г — указание элементов на схеме ИС



2)

Рис. 11.21 (продолжение)

На электрической принципиальной схеме ИС (рис. 11.21, г) элементы в перечень не записывают; их расчетные номиналы и другие данные проставляют около УГО элементов или на поле схемы. Кроме этого должны быть указаны номера внешних выводов и при необходимости здесь же помещена функциональная схема.

11.4. Схемы соединений

На схему соединений наносят все устройства и элементы, входящие в состав изделия, их соединения — провода, жгуты, кабели, входные и выходные элементы (соединители, зажимы, платы и т.п.). На схеме соединений, например, рис. 10.4 показаны:

устройства — в виде прямоугольников или упрощенных внешних очертаний;

элементы — в виде условных графических обозначений, прямоугольников или упрощенных внешних очертаний.

Правила изображения входных и выходных элементов, установленные для принципиальных электрических схем (см. § 11.3), остаются в силе для схем соединений. Соединители допускается изображать без отдельных контактов. В этом случае (рис. 11.22) около соединителя

или на последующих листах схемы помещают таблицы с описанием подключенных контактов.

В общем случае группы проводов, жгуты и кабели показывают на схеме отдельными линиями с толщиной от 0,4 до 1 мм. Провода, идущие на схеме в одном направлении, допускается сливать в общую линию с изображением при подходе к контактам каждого провода отдельно (см. рис. 11.8). На рис. 11.23 даны варианты нанесения сведений о соединении в случае обрыва линий, изображающих провода, жгуты и кабели: около мест присоединения (рис. 11.23, а, б) и в таблице на свободном поле схемы (рис. 11.23, в).

На рис. 11.24 приведены варианты линий, изображающих жгуты, кабели, провода, подходящие к многоконтактным элементам. Допускается доводить их только до контура графического обозначения элемента, не показывая присоединения к контактам. На рис. 11.24 указания о присоединении проводов или жил кабеля к контактам элемента записывают у контактов (рис. 11.24, а), показывая концы линий и их обозначения (концы линий направляют в сторону соответствующего жгута), или в таблице (рис. 11.24, б), которую соединяют линией-выносной с соответствующими жгутом, кабелем, проводами.

Провода, жгуты, кабели, жилы кабеля должны быть пронумерованы в пределах изделия отдельно. Их обозначения на схеме наносят порозному: номера кабелей проставляют в окружностях, помещенных в

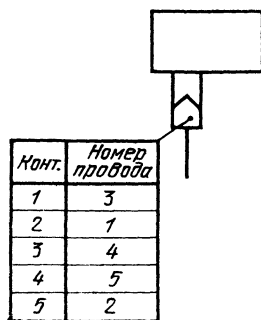


Рис. 11.22. Изображение соединителей без указания отдельных контактов

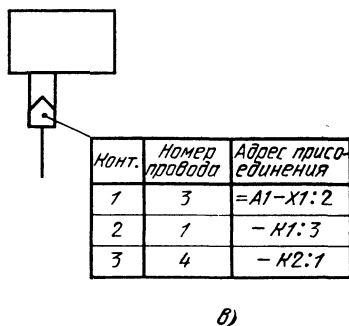
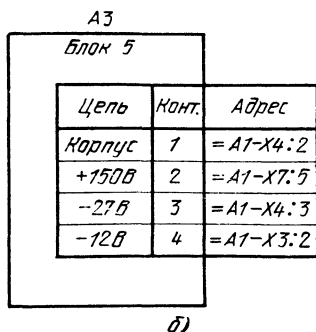
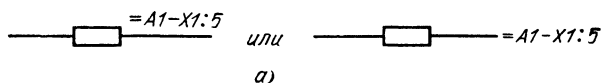


Рис. 11.23. Нанесение на схему сведений, обеспечивающих соединение около мест присоединения (а, б) и в таблице на свободном поле схемы (в)

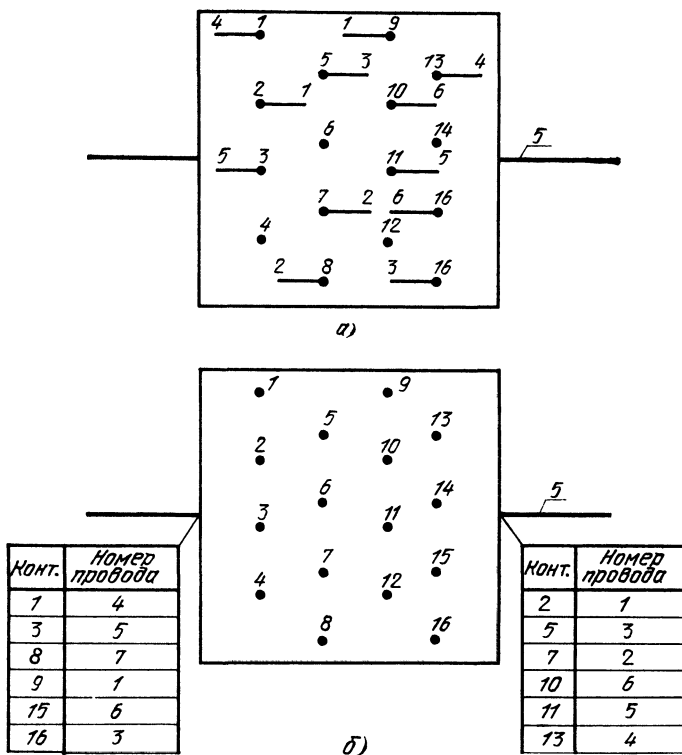


Рис. 11.24. Изображение жгутов, кабелей, группы проводов, подходящих к многоконтактным элементам:

а — непосредственно у контактов; б — с записью в таблице

разрывах изображений кабелей вблизи от мест разветвления; номера жгутов — на полках линий-выносок около мест разветвления проводов; номера групп проводов — около линий-выносок. Допускается над кабелем писать его обозначение (см. рис. 10.4), если соединение читается по схеме однозначно.

Схема должна также содержать сведения о проводах, кабелях (марку, сечение провода, количество и сечение жил в кабеле и др.), которые помещают либо около линий, изображающих провода и кабели, либо в таблице соединений. Таблицу выполняют по формам, приведенным на рис. 11.25, и помещают на первом листе схемы над основной надписью на расстоянии 12 мм от нее (продолжение — слева от основной надписи) или в виде самостоятельного документа на формате А4.

В таблице записывают сначала отдельные провода, а затем жгуты проводов и кабелей: провода — в порядке возрастания их номеров, провода жгутов и жилы кабелей — под заголовком кабеля. В графу

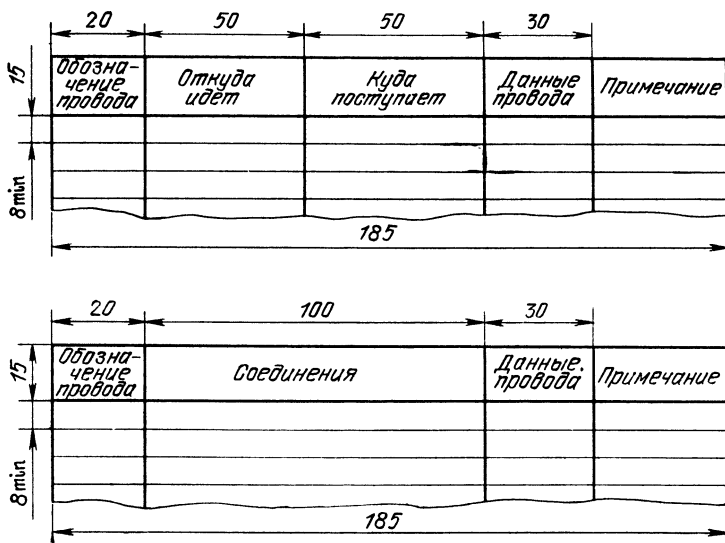


Рис. 11.25. Формы таблицы соединений

«Примечание» помещают данные об изоляционных трубках, экранированных оплетках и др.

Допускается помещать на схеме необходимые технические указания (над основной надписью), например величины допустимых расстояний между проводами, жгутами и кабелями.

11.5. Схемы подключения, общие схемы и схемы расположения

Пример электрической **схемы подключения** приведен на рис. 10.5. На схеме изображают изделие в виде прямоугольника; входные и выходные элементы (соединители, зажимы и т.д.) — в виде условных графических обозначений с указанием позиционных обозначений согласно электрической принципиальной схеме. Концы проводов и кабелей внешнего монтажа, подводимые к входным и выходным элементам, наносят с необходимыми данными о подключении изделия. Изображение входных и выходных элементов внутри графического обозначения изделия должно примерно соответствовать их действительному размещению в изделии.

Пример электрической **общей схемы** приведен на рис. 10.6. На ней изображают входящие в комплекс устройства в виде прямоугольников или внешних очертаний, элементы в виде прямоугольников или условных графических обозначений или внешних очертаний, а также провода, жгуты и кабели, соединяющие эти устройства и элементы. Графические обозначения устройств и элементов, в том числе входных и вы-

Рис. 11.26. Обозначение документов соединителей

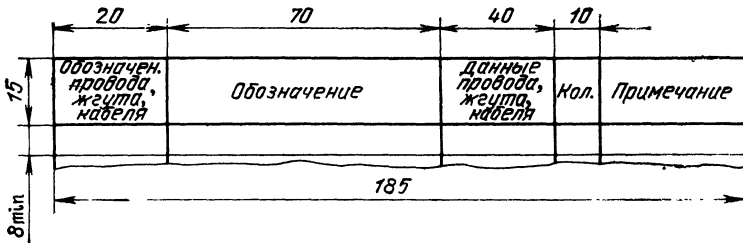
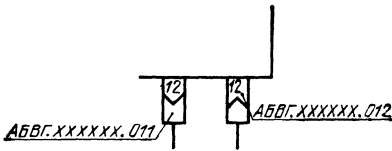


Рис. 11.27. Форма таблицы перечня проводов, жгутов, кабелей

ходных, следует располагать близко к действительному их расположению в изделии.

Сведения об элементах и устройствах (их наименование, тип и (или) обозначение документа, на основании которого они применены) помещают около графических обозначений элементов, устройств. При большом количестве элементов или устройств эти сведения дают в перечне элементов по форме, приведенной для принципиальной схемы. В этом случае около графических обозначений элементов и устройств проставляют позиционные обозначения.

Обозначения документов входных и выходных элементов допускается указывать, как показано на рис. 11.26: на полках линий-выносок — обозначение элемента, а внутри графического обозначения — число контактов элемента.

На общих схемах и схемах подключения показывают провода, жгуты и кабели отдельными линиями с обозначением их порядковых номеров в пределах изделия (допускается сквозная нумерация проводов, жгутов и кабелей, если провода, входящие в жгуты, пронумерованы в пределах каждого жгута).

Обозначения проводов, кабелей и жгутов, а также необходимые сведения о них записывают так же, как на схемах соединений. При большом количестве сведений их записывают в перечень элементов по форме рис. 11.27. Перечень приводят либо на первом листе над основной надписью, либо в виде последующих листов.

Пример электрической **схемы расположения** приведен на рис. 10.7. На схеме изображают составные части изделия в виде упрощенных внешних очертаний или условных графических обозначений (при необходимости наносят связи между ними), а также конструкцию, помещение или местность, где эти составные части будут размещены. Расположение графических обозначений составных частей должно соответ-

ствовать их действительному расположению в конструкции. Схема содержит сведения о составных частях: наименование, тип и (или) обозначение документа, на основании которого они применены. При большом количестве составных частей эти сведения записывают в перечень элементов по форме, предусмотренной для электрической принципиальной схемы. На схеме допускается применять различные способы построения: аксонометрию, план, условные развертки, разрезы конструкций и т. п.

11.6. Условные графические обозначения в электрических схемах

В табл. 11.4 приведены условные графические обозначения элементов, наиболее часто встречающихся в схемах РЭА. Размеры, кроме указанных в таблице, стандартами не оговариваются.

11.7. Особенности оформления электрических схем цифровой вычислительной техники

Электрические схемы для изделий цифровой вычислительной техники следует выполнять в соответствии с ГОСТ 2.751—73, ГОСТ 2.702—75 (СТ СЭВ 1188—78), ГОСТ 2.708—81 (СТ СЭВ 1982—79) и ГОСТ 2.743—82 (СТ СЭВ 3735—82).

Схемы цифровой вычислительной техники чертят на листах, разбитых на колонки, ряды и зоны.

Колонки (рис. 11.28) обозначают по верхней кромке листа (по горизонтали) слева направо последовательными порядковыми номерами с постоянным количеством знаков в номере, например: 00, 01, ..., 10, ..., 20 и т.д. Допускается дополнительно обозначать колонки по нижней кромке листа. Ширина колонки должна быть равна ширине минимального основного поля условного графического обозначения (УГО) элемента (УГО по ГОСТ 2.743—82 приведены в табл. 11.5).

Ряды обозначают по вертикали по левой кромке листа (допускается и по правой) сверху вниз прописными буквами латинского алфавита. Высота ряда должна быть равна минимальной высоте УГО элемента.

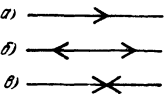
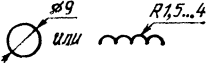
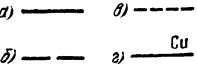
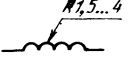



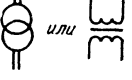
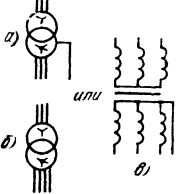
Обозначение зоны состоит из обозначения ряда (буквы) и обозначения колонки (цифры), например В01, К12 и т. д.

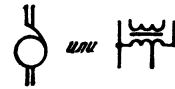
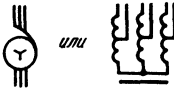
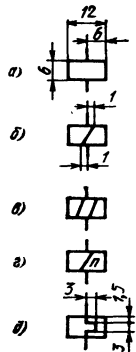
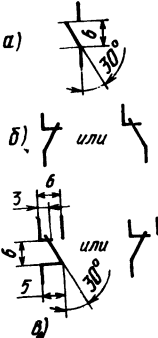
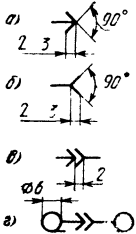
Допускается деление поля листа методом координат (рис. 11.29). При этом вертикальные и горизонтальные координаты обозначают прописными буквами латинского алфавита (не допускается использовать буквы I и O).











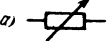
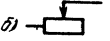

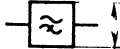
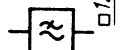
Можно давать дополнительную разметку ряда или колонки или одновременно и ряда и колонки с помощью вертикальных и горизонтальных шкал (см. рис. 11.29). Деления шкал обозначают последовательными порядковыми номерами, как показано на рисунке. Расстояние между делениями шкалы должно быть не менее 2 мм.

Деление листа разрешается выполнять без изображения на поле листа сетки разметки листа, ограничиваясь только нанесением обозначений рядов, колонок, шкал (рис. 11.30).

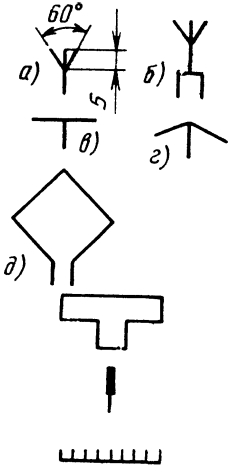
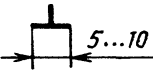
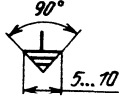
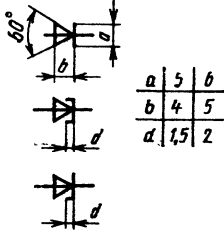
Условные графические обозначения в электрических схемах

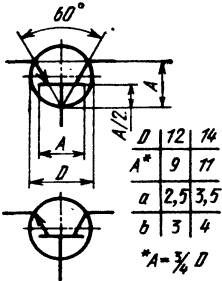
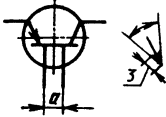
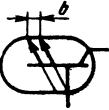
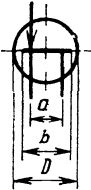

Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
1	2	3
	<p align="center">Общие элементы</p> <p>Поток электромагнитной энергии, сигнал электрический:</p> <p>а) в одном направлении б) в обоих направлениях в) в обоих направлениях одновременно</p>	2.721—74 (1984—79)
	<p>Обмотка трансформатора, автотрансформатора, дросселя и магнитного усилителя</p>	2.723—68 (869—78)
	<p>Магнитопровод:</p> <p>а) ферромагнитный б) ферромагнитный с воздушным зазором в) магнетодиэлектрический г) немагнитный (из меди)</p>	
	<p>Катушка индуктивности, дроссель без магнитопровода</p>	
	<p>Катушка индуктивности со скользящими контактами (например, двумя)</p>	
	<p>Дроссель с ферромагнитным магнитопроводом</p>	
	<p>Трансформатор без магнитопровода</p>	
	<p>Трансформатор однофазный с ферромагнитным магнитопроводом</p>	
	<p>Трансформатор трехфазный с ферромагнитным магнитопроводом (а, б); соединение обмоток звезда — звезда с выведенной нейтральной (средней) точкой (е)</p>	

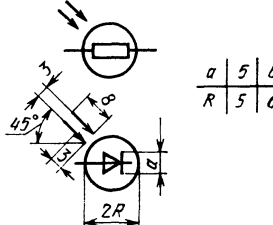
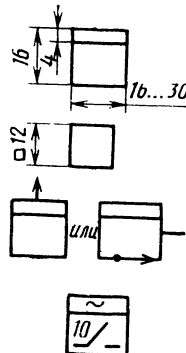
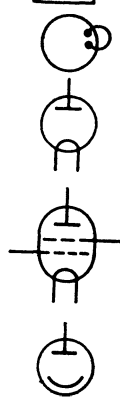
Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
1	2	3
	Автотрансформатор однофазный с ферромагнитным магнитопроводом	2.723—68
	Автотрансформатор трехфазный с ферромагнитным магнитопроводом, соединение обмоток в звезду	
	Катушка электромеханического устройства: а) общее обозначение б) с одной обмоткой в) с двумя обмотками г) с n обмотками д) воспринимающая часть электротеплового реле	2.756—76 (712—77)
	Контакт коммутационного устройства, общее обозначение: а) замыкающий б) размыкающий в) переключающий	2.755—87 (5720—86)
	Контакт разъёмного соединения: а) штырь б) гнездо в) соединение г) соединение коаксиальное (высокочастотное)	2.755—74

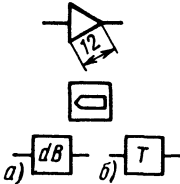
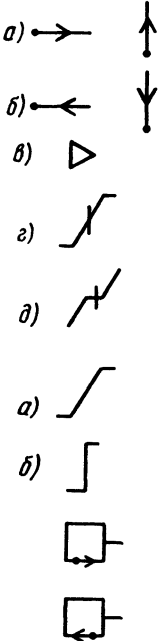
Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
1	2	3
 	<p>Предохранитель плавкий, общее обозначение</p> <p>Предохранитель пробивной</p>	<p>2.727—68 (862—78)</p>
	<p>Резистор постоянный</p>	<p>2.728—74 (863—78, 864—78)</p>
<p>а) </p> <p>б) </p> <p>в) </p> <p>г) </p> <p>д) </p> <p>е) </p> <p>ж) </p>	<p>Резисторы с номинальной мощностью рассеяния:</p> <p>а) 0,05 W б) 0,12 W в) 0,25 W г) 0,5 W д) 1 W е) 2 W ж) 5 W</p>	
<p>а) </p> <p>б) </p>	<p>Резистор переменный (реостат):</p> <p>а) общее обозначение б) с подвижным контактом</p>	
	<p>Резистор подстроечный</p>	
<p>а) </p> <p>б) </p>	<p>Фильтр частотный:</p> <p>а) верхних частот б) нижних частот</p>	<p>2.737—68 (141—74, 2831—80, 4724—80)</p>

Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
1	2	3
   	<p>Неоднородность постоянная, общее обозначение</p> <p>Неоднородность регулируемая, общее обозначение</p> <p>Неоднородность последовательная, общее обозначение</p> <p>Неоднородность параллельная, общее обозначение</p>	<p>2.734—68 (867—78)</p>
	<p>Элемент пьезоэлектрический</p>	<p>2.736—68 (4075—83)</p>
	<p>Конденсатор постоянной емкости</p> <p>Конденсатор электролитический:</p> <p>а) неполяризованный</p> <p>б) поляризованный</p> <p>Конденсатор переменной емкости</p>	<p>2.728—74 (863—78, 864—78)</p>
	<p>Прибор измерительный:</p> <p>а) показывающий (амперметр)</p> <p>б) регистрирующий (осциллограф)</p> <p>в) интегрирующий (счетчик)</p>	<p>2.729—68 (2830—80)</p>
	<p>Фазовращатель:</p> <p>а) общее обозначение</p> <p>б) регулируемый</p>	<p>2.734—68 (867—78)</p>

Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)									
1	2	3									
	<p>Антенна:</p> <p>а) несимметричная б) симметричная в) Т-образная г) зонтичная д) рамочная</p> <p>Вибратор петлевой</p> <p>Вибратор несимметричный</p> <p>Линия поверхностной волны</p>	<p>2.735—68 (652—77)</p>									
	<p>Корпус</p>	<p>2.751—73</p>									
	<p>Заземление</p>	<p>2.751—73</p>									
 <table border="1" data-bbox="305 1212 398 1300"> <tr> <td>a</td> <td>5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td>1,5</td> <td>2</td> </tr> </table>	a	5	6	b	4	5	a	1,5	2	<p>Полупроводниковые приборы</p> <p>Диод полупроводниковый, общее обозначение</p> <p>Диод туннельный</p> <p>Стабилитрон</p>	<p>2.730—73 (661—77)</p>
a	5	6									
b	4	5									
a	1,5	2									










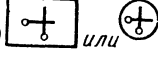

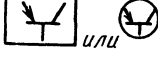









Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)												
1	2	3												
 <p> 60° $A/2$ <table border="1" data-bbox="263 448 361 528"> <tr> <td>D</td> <td>12</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>A^*</td> <td>9</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td>2,5</td> <td>3,5</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table> $*A = \frac{3}{6} D$ </p>	D	12	14	A^*	9	11	a	2,5	3,5	b	3	4	<p>Транзистор PNP-типа</p> <p>Транзистор NPN-типа с коллектором, электрически соединенным с корпусом</p>	<p>ГОСТ 2.730—73 (661—77)</p>
D	12	14												
A^*	9	11												
a	2,5	3,5												
b	3	4												
	<p>Транзистор PNP-типа с двумя базовыми выводами</p>													
	<p>Двухэмиттерный транзистор NPN-типа</p>													
 <table border="1" data-bbox="252 1134 372 1214"> <tr> <td>D</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> </tr> </table>	D	10	12	14	a	5	6	7	b	7	8	9	<p>Полевой транзистор с каналом N-типа</p>	
D	10	12	14											
a	5	6	7											
b	7	8	9											
	<p>Полевой транзистор с каналом P-типа</p>													

Обозначение 1	Наименование 2	ГОСТ (СТ СЭВ) 3
	<p>Фоторезистор</p> <p>Фотодиод</p> <p>Фоторезистор PNP-типа</p> <p>Светодиод</p>	<p>ГОСТ 2.730—73 (661—77)</p>
	<p>Устройства радио и связи</p> <p>Устройство телемеханики (поворачивать не допускается)</p> <p>Аппарат (прибор) телемеханики</p> <p>Устройство телемеханики, работающее на передаче</p> <p>Устройство телеуправления, передающее информацию переменным током 10 исполнительным объектам</p>	<p>2.752—71 (2518—84)</p>
	<p>Резонатор внутренний</p> <p>Диод прямого накала</p> <p>Тетрод с катодом прямого накала</p> <p>Фотоэлемент электронный</p>	<p>2.731—81 (865—78)</p>

Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
1	2	3
	<p>Усилитель. Знаки, характеризующие вид усилителя или принцип его работы, вписываются внутри. Вершина треугольника указывает направление передачи</p> <p>Устройство, записывающее и воспроизводящее</p> <p>Аттенюатор:</p> <p>а) с постоянным затуханием б) несимметричный типа Т</p>	<p>2.737—68 (2831—80, 141—74, 4724—84)</p>
	<p>Общие функции:</p> <p>а) передача б) прием в) усиление г) ограничение максимума д) ограничение минимума</p> <p>Функции высокочастотной техники:</p> <p>а) искажение б) выравнивание, коррекция искажения</p> <p>Устройство передающее Устройство приемное</p>	<p>2.737—68</p>

Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
1	2	3
	<p>Ионизирующее излучение Неионизирующее излучение (радиоизлучение, видимый свет) Счетчик газоразрядный (элементарных частиц) Камера ионизационная</p>	<p>2.733—68 (660—77)</p>
	<p>Искатель, общее обозначение Искатель шаговый с возвращением щеток в исходное положение Искатель моторный Соединитель координатный, общее обозначение</p>	<p>2.738—68 (711—77)</p>

Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
1	2	3
	<p>Волновод, общее обозначение: а) прямоугольный б) круглый в) коаксиальный г) гибкий</p> <p>Соединение волноводов контактное симметричное</p> <p>Резонатор настраиваемый</p> <p>Поляризатор, общее обозначение</p>	<p>2.734—68 (867—68)</p>
	<p>Линия электрической связи с ответвлениями: а) одним б) двумя</p> <p>Графическое слияние линий электрической связи в линию групповой связи</p> <p>Экранирование группы элементов</p>	<p>2.751—73</p>
	<p>Телефонная аппаратура</p> <p>Контакт телефонной кнопки и телефонного ключа без фиксации: а) замыкающий б) размыкающий в) переключающий</p> <p>Гнездо телефонное: а) двухпроводное б) трехпроводное</p> <p>Штепсель телефонный: а) однопроводный б) двухпроводный в) трехпроводный</p>	<p>2.725—68</p>

Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
1	2	3
 или   или   или  а)  б)    или  а)  б) 	<p>Аппарат телефонный, общее обозначение</p> <p>Аппарат телефонный с усилителем</p> <p>Аппарат телефонный: а) настольный б) система АТС</p> <p>Коммутатор телефонный ручной, общее обозначение</p> <p>Станция телефонная автоматическая: а) координатной системы б) электронной системы</p>	<p>2.739—68 (657—77, 658—77)</p>
 	<p>Аппарат телеграфный</p> <p>Трансляция симплексная односторонняя</p>	<p>2.740—68</p>
     	<p>Телефон электромагнитный</p> <p>Громкоговоритель-микрофон</p> <p>Головка записывающая монофоническая</p> <p>Головка воспроизводящая монофоническая</p> <p>Звонок электрический, общее обозначение</p> <p>Зуммер</p>	<p>2.741—68 (1983—79, 868—79)</p>

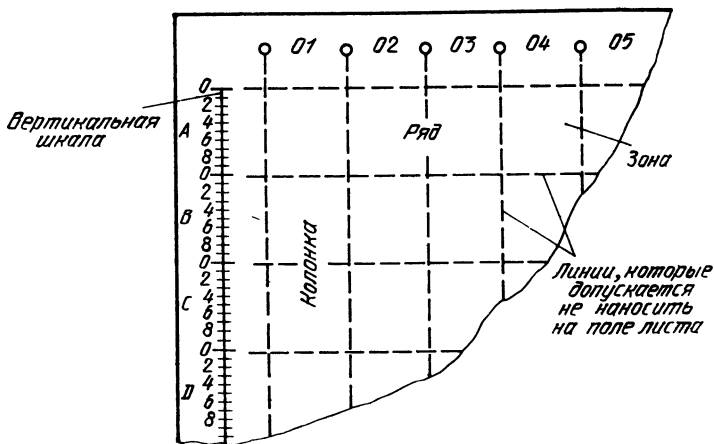


Рис. 11.28. Деление поля схемы на колонки, ряды, зоны

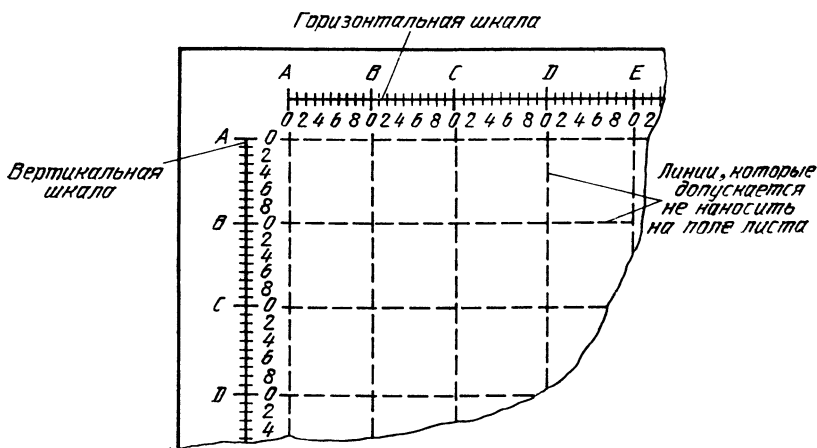


Рис. 11.29. Деление поля схемы методом координат

Все линии связи схемы подразделяют на входящие и выходящие. **Входящими** показывают электрические связи с входными выводами изделия, изображенными на данном листе, а также связи, изображения которых начинаются на других листах схемы и других схемах. Начало входящих линий изображают, начиная с левой стороны и (или) сверху листа. **Выходящими** показывают электрические связи с выходными выводами изделия, изображенными на данном листе, а также связи, изображения которых начинаются на данном листе и продолжают на других листах схемы и других схемах. Выходящие линии заканчивают на правой стороне и (или) внизу листа.

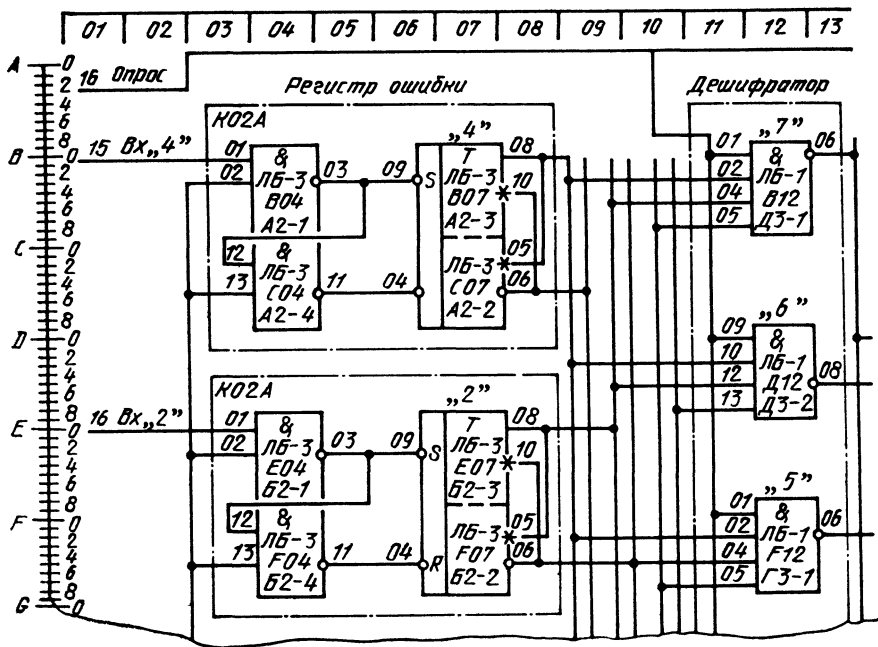
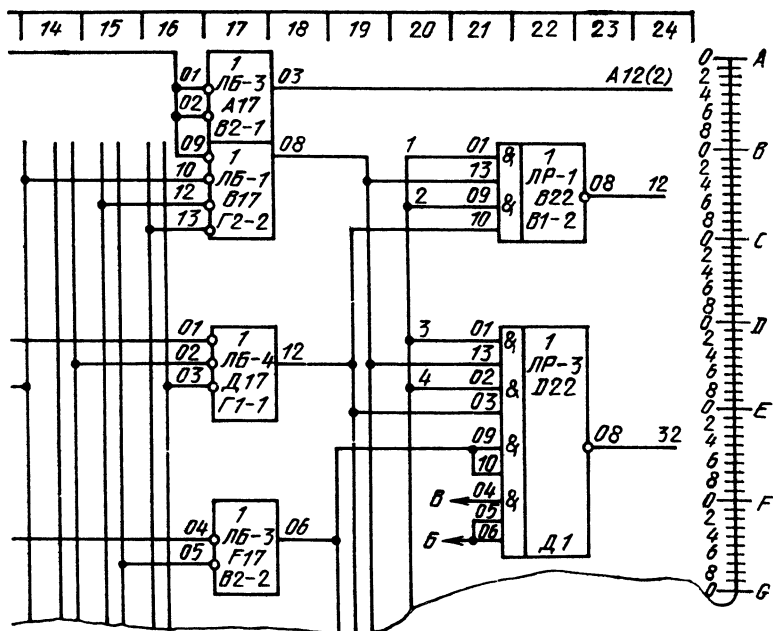


Рис. 11.30. Фрагмент электрической принципиальной схемы цифровой вычислительной техники

При большой графической насыщенности схемы допускается входящие и выходящие линии связи начинать и обрывать внутри листа, прерывать отдельные линии связи между удаленными друг от друга УГО, изображенными на одном листе. Всем входящим, выходящим и прерванным на данном листе линиям в месте обрыва должны быть присвоены обозначения (цифровые, буквенные или буквенно-цифровые), которые указывают над линией, на уровне линии или в разрыве линии. Ими могут быть обозначение сигнала, порядковые номера, адресное обозначение (координаты места выхода линии связи из элемента либо координата места обрыва линии). На прерванной в пределах листа линии допускается после обозначения указать в круглых скобках адрес места продолжения прерванной линии (рис. 11.31, б) или через дробную черту — число ее разветвлений (рис. 11.31, а). На выходящих линиях, продолжение которых изображают на других листах схемы, после обозначения в круглых скобках указывают адреса мест продолжения прерванной линии (рис. 11.32). На рисунке показано, как следует обозначать в этом случае входящие линии на соответствующих листах. В случае, когда выходящая линия продолжается на большом количестве листов схемы, адреса продолжения прерванной линии можно привести в таблице, помещаемой на поле схемы. Вместо адреса на прерванной



линии указывают в круглых скобках знак «*», букву Т и номер таблицы, например (*Т6).

На схемах допускается выделять функциональные части штрихпунктирной линией (см. рис. 11.30). Каждая выделенная составная часть должна иметь наименование или условное обозначение, которое должно быть пояснено на поле схемы или в документации на изделие.

На структурных схемах функциональные части изображают в виде прямоугольников. Допускается их приводить в виде УГО, помещенных в табл. 11.5.

На схеме должны быть указаны наименования каждой функциональной части и (или) ее тип или условное обозначение. Всем функциональным частям на схеме допускается присваивать порядковые номера сверху вниз в направлении слева направо с соответствующей поясняющей информацией о них.

Функциональные схемы выполняют на изделие и функциональные части изделия. Функциональные части на схеме изображают в виде прямоугольников (допускается в виде УГО, приведенных в табл. 11.5). Разрешается поворачивать на 90° УГО функциональных частей. Внутри УГО каждой функциональной части должно быть указано ее наименование и (или) условное обозначение (или символ функции). Всем

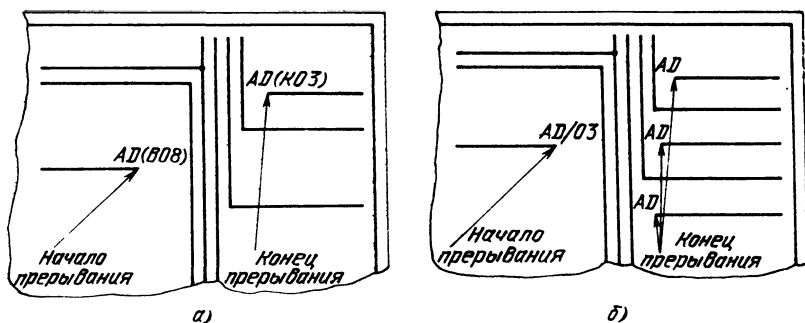


Рис. 11.31. Обозначение прерванной линии (а) с разветвлениями (б)

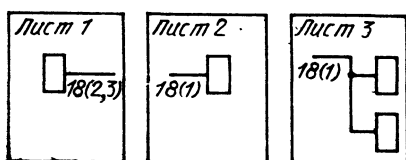


Рис. 11.32

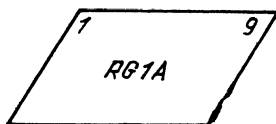


Рис. 11.33

Рис. 11.32. Обозначение выходящих и входящих линий, продолжающихся на нескольких листах

Рис. 11.33. Условно-графическое обозначение разрядности функциональных частей

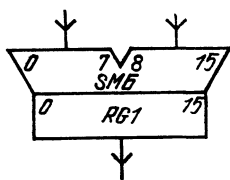


Рис. 11.34. Совмещение условно-графических обозначений функциональных частей

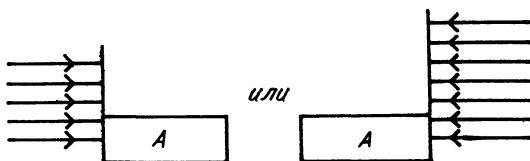
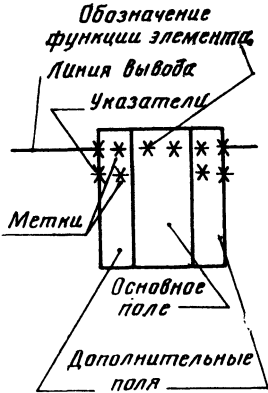
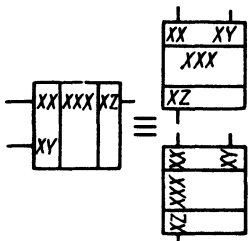
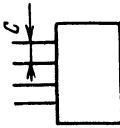
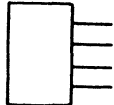


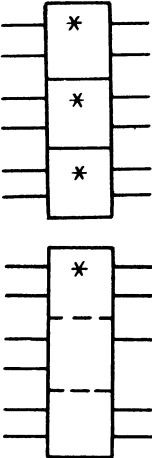
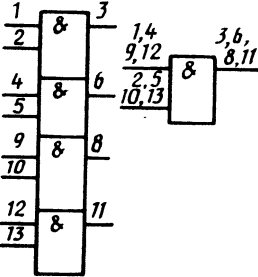






Рис. 11.35. Продление сторон условно-графических обозначений

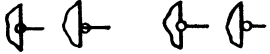




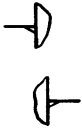
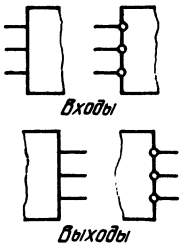
функциональным частям и группам присваивают порядковые номера сверху вниз в направлении слева направо. Порядковые номера могут быть заменены адресными обозначениями. И те и другие проставляют под обозначением или наименованием функциональной части.

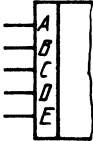
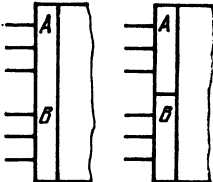
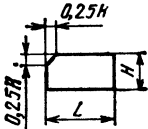
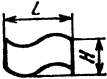
Допускается указывать в УГО разрядность функциональных частей (рис. 11.33), совмещать УГО функциональных частей по их большей стороне, если выходы одной полностью соответствуют входам другой (рис. 11.34).

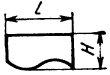
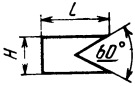

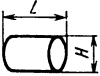

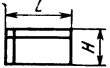
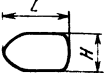
Условные графические обозначения элементов цифровой техники

Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
	<p align="center">Общее обозначение</p> <p>Изделие или часть изделия на схеме обозначаются с помощью УГО. В первой строке основного поля УГО помещают обозначение функции, выполняемой элементом, в последующих строках — информацию по ГОСТ 2.708—81. В качестве символа функции используют знак (букву, цифру или специальный знак) или последовательность знаков. Например: 1 — ИЛИ; & — И; M2 — свертка по модулю; = — сравнение; $\geq n$ — логический порог и т. п.</p>	
	<p>В дополнительных полях помещают информацию о функциональных назначениях выводов (указатели, метки). Метки образуют из алфавита, арабских цифр и специальных знаков, записанных без пробелов. Например: R — установка в состояние «логический 0»; A — адрес; D — данные и др.</p>	2.743—82 (3735—82)
	Входы элемента	
	Выходы элемента	

Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
	<p>Группы элементов, изображенных совмещенно</p> <hr/> <p>Группы элементов, изображенных совмещенно и содержащих частично или полностью одинаковую информацию в основном поле УГО</p>	<p>2.743—82 (3735—82)</p>
	<p>Пакетное изображение элементов и их связей. Пакет элементов — это группа однотипных элементов, изображенных в виде УГО. Пакетное изображение применяют при однотипности группы элементов, входных и выходных сигналов группы, регулярности сигналов в каждом пакете, допускающей их удобное перечисление. (Два равнозначных изображения)</p>	
<p>Форма 1 Форма 2</p> <p>а) </p> <p>б) </p> <p>в)    </p>	<p>Указатели выводов</p> <p>Обозначения на входах и выходах:</p> <p>а) прямой статический вход</p> <p>б) прямой статический выход</p> <p>в) инверсный статический вход</p>	<p>2.743—82 (3735—82)</p>

Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
<p>г) </p>	<p>г) инверсный статический выход</p>	
<p>д) </p>	<p>д) прямой динамический вход</p>	
<p>е) </p>	<p>е) инверсный динамический вход</p>	
<p>ж) </p>	<p>ж) вывод, не несущий логической информации, изображен слева</p>	
<p>з) </p>	<p>з) вывод, не несущий логической информации, изображен справа</p>	
<p>и) </p>	<p>и) указатель полярности. Состоянию «логическая 1» соответствует менее положительный уровень (обозначен вход и выход)</p>	<p>2.743—82 (3735—82)</p>
<p>а) </p>	<p>Графические обозначения логического элемента выполняются без левого или правого дополнительного поля, когда все входы (выходы) логически равнозначны; функции выводов однозначно определяются функциями элемента, при этом расстояния между соседними линиями входов (выходов) должны быть одинаковыми.</p> <p>Примечания: 1. Размеры УГО определяются:</p> <p>а) по высоте — числом линий выводов, интервалов, строк информации в основном и дополнительных полях, размером шрифта;</p>	

Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
<p>б) по ширине — наличием дополнительных полей, числом знаков, помещаемых в одной строке внутри УГО (с учетом пробелов), размером шрифта.</p> <p>2. Расстояние между линиями выводов должно быть не менее и кратным по величине C, которая должна быть не менее 5 мм при выполнении вручную и не менее интервала между строками при выполнении автоматизированным способом</p>  	<p>Если входы (выходы) логически неравноценны, то в дополнительном поле напротив линии каждого входа (выхода) указывают метку, которая условно обозначает функциональное свойство или назначение соответствующего входа (выхода)</p> <p>Если элемент имеет несколько групп равноценных входов (выходов), метки указывают по отношению к группам (напротив линии первого входа (выхода) в каждой группе), при этом группы входов разделяют интервалами или зонами</p>	<p>2.743—82 (3735—82)</p>
 	<p>Структурные схемы</p> <p>Устройства ЦВТ, в качестве носителя данных применяют:</p> <p>перфокарты</p> <p>перфоленты</p>	<p>2.708—81 (1982—79)</p>

Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
	<p>Печатающие устройства</p>	
	<p>Накопитель: на магнитных картах</p>	
	<p>на магнитной ленте</p>	
	<p>на магнитном барабане</p>	<p>2.708—81 (1982—79)</p>
	<p>на магнитном диске</p>	
	<p>Запоминающее устройство (МОЗУ, ПЗУ и т. д.)</p>	
	<p>Визуальное устройство ввода-вывода</p>	

Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
	<p align="center">Функциональные схемы</p> <p>Комбинационный элемент ЦВТ типа свертки, избирательной схемы, шифратора, общее обозначение</p> <p>Сумматор:</p> <p>на два числа</p> <p>на n чисел</p> <p>Дешифратор</p> <p>Регистр сдвига</p> <p>Элемент памяти</p> <p>Приоритетные схемы</p>	<p align="center">2.708—81 (1982—79)</p>

Примечания: 1. Размер H должен выбираться из ряда 10,15 мм и далее через 5 мм. 2. Размер $L=1,5 H$.

Основные функции элементов цифровой техники и их производных

Основная функция	Обозначение	Производная функция	Обозначение
1	2	3	4
Вычислитель	CP	Секция вычислителя Вычислительное устройство (центральный процессор)	CPS CPU
Процессор	P	Секция процессора	PS
Память	M	Оперативное запоминающее устройство с произвольным доступом	RAM
		Оперативное запоминающее устройство с последовательным доступом	SAM
		Стековое запоминающее устройство	STM
Управление	CO	—	—
Передача	TF	—	—
Прием	RC	—	—
Ввод—вывод	IO	Ввод — вывод последовательный	IOS
		Ввод — вывод параллельный	IOP
Арифметика	A	Суммирование	SM или Σ
		Умножение	MPL
		Деление	DIV
		Вычитание	SUB
Логика	L	Логический порог	$\geq n$ или $> -n$
		Мажоритарность (n из m)	$\geq n$
		Логическое И (m из m)	& или И
		Повторитель (m=1), где m — число входов логического элемента	1
Элемент монтажной логики	\diamond или \square	Монтажное ИЛИ	$1 \diamond$ или $1 \square$
		Монтажное И	$\& \diamond$ или $\& \square$
Регистр	RG	Регистр со сдвигом слева направо или сверху вниз	$RG \rightarrow$ или $RG \downarrow$
Счетчик	CT	Счетчик по основанию	CTn
		Счетчик двоичный	CT2
		Счетчик десятичный	CT10
Дешифратор	DC	—	—
Шифратор	CD	—	—
Преобразователь	X/Y	Вместо X, Y могут быть использованы следующие значения: двоичный код аналоговая цифровая напряжение ток	B n или \wedge или A # или D U I M2
Свертка по модулю	Mn	Свертка по модулю 2	M2
Мультиплексор	MUX	—	—

Основная функция	Обозначение	Производная функция	Обозначение
1	2	3	4
Генератор	G	Генератор серии из прямоугольных импульсов Генератор одиночного импульса (одновибратор)	Gp — — или G1
Пороговый элемент (триггер Шмитта) Триггер	— — или TH	—	—
Триггер	T	Триггер двухступенчатый	TT
Задержка	— или DI	—	—
Формирователь	F	Формирователь уровня логического состояния п	FLп
Усилитель	▷ или >	Усилитель с повышенной нагрузочной способностью	▷▷ или ≫
Ключ	SW	—	—
Модулятор	MD	—	—
Нелогический элемент	*	Стабилизатор Стабилизатор напряжения Стабилизатор тока	* ST * STU * STI

На функциональных схемах линии связи подразделяют на информационные и управляющие. Информационные подводят к большей стороне УГО, а отводят от его противоположной стороны; управляющие подводят к меньшей стороне УГО (при изображении УГО по ГОСТ 2.743—82 управляющие линии связи подводят к большей стороне УГО). Направление потоков информации на структурных и функциональных схемах показывают стрелками на линиях взаимосвязи (см. рис. 11.34).

Если к УГО подведено много управляющих сигналов, допускается продолжать его стороны, к которым их подводят (рис. 11.35).

На электрической принципиальной схеме элементы цифровой техники изображают в виде УГО по ГОСТ 2.743—82. Элементы с п состояниями, а также элементы и устройства, не выполняющие логические функции, но применяемые в изделии (например, аналоговые и аналого-цифровые элементы, диодные, резисторные сборки и т.п.), можно изображать прямоугольниками. На них распространяются все положения ГОСТ 2.743—82.

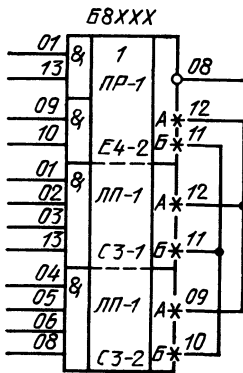


Рис. 11.36. Пример функциональной группы, изображенной совмещенным способом

Таблица 11.7

Основные метки выводов элементов цифровой техники,
указывающие их функциональное назначение

Наименование	Обозначение
Установка в состояние n	Sn
Установка в состояние «логическая 1»	S
Установка в состояние «логический 0»	R
Установка в исходное состояние (сброс)	SR
Разрешение установки универсального JK-триггера в состоянии «логическая 1» (J-вход)	J
Вывод двунаправленный	↔ или ()
Авария (ошибка)	ER
Адрес	A
Адресация по координатам X; Y	X; Y
Больше или равно (три варианта)	>; >=; ≧
Байт; бит	BY; BIT
Блокировка (запрет)	DE
Готовность	RA
Запись (команда записи)	WR
Запрос (требование)	RQ
Знак	SI
Исполнение (конец)	END
Инструкция (команда)	INS
Контроль	CH
Маркер	MR
Меньше или равно (три варианта)	<; <=; ≦
Начало	BG
Ожидание	WI
Ответ	AN
Открытый вывод, общее обозначение	◇ □
Переполнение	OF
Повтор	RP
Позиция (например, микросхемы)	PO
Полярность: положительная; отрицательная	+; -
Пуск	ST
Разрешение	E
Регенерация	REF
Режим	MO
Синхронизация	SYN
Состояние	SA
Считывание (команда считывания)	RD
Условие	CC
Вектор	VEC
Инверсия	IN
Группа выводов, объединенных внутри элемента]]

Основные метки, указывающие функциональное назначение выводов элементов цифровой техники, не несущих логической информации

Наименование	Обозначение
Вывод питания от источника напряжения; допускается:	U
а) перед буквой U проставлять номинал, напряжения в вольтах	5U
б) вместо U использовать букву V (вольт) и указывать полярность	+5V
в) после буквы U проставлять поясняющую информацию:	U1
указатель питания цифровой части элемента	U#
указатель питания аналоговой части элемента	U ∩ или U V
признак информационного питания	UD
Общий вывод	OV
Вывод питания от источника тока; допускается проставлять:	I
а) перед буквой I номинал тока в миллиамперах	140I
б) номинал тока в амперах, при этом буква I заменяется на A	0,14A
в) порядковый номер после буквы I	I2
Коллектор	K
Эмиттер, общее обозначение	E
Эмиттер NPN	E → или E >
Эмиттер PNP	E ← или E <
База	B
Вывод для подключения:	
емкости	C
резистора	R
индуктивности	L

В основном поле УГО элементов и устройств помещают следующую информацию (элементы на рис. 11.30):

в строке 1 — символ функции по ГОСТ 2.743—82;

в строке 2 — полное или сокращенное наименование, или тип, или код элемента (устройства);

в последующих строках — буквенно-цифровое обозначение или порядковый номер; обозначение конструктивного расположения; адресное обозначение УГО элемента на листе и другую информацию.

Адресное обозначение указывает расположение УГО элемента на схеме и выражается координатами левого верхнего угла данного УГО. Буквенно-цифровое обозначение допускается помещать над УГО (рис. 11.36).

Функциональные группы, состоящие из нескольких элементов (устройств) и выполняющие логические функции, разрешается изображать совмещенным способом. При этом отдельные логические элементы отделяют друг от друга штриховыми линиями (см. рис. 11.36). Если конструктивно объединенные логические элементы выполняют одинаковую

Таблица 11.9

Примеры условных графических обозначений элементов цифровой техники

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
И — ИЛИ — НЕ		RS-триггер с инверсными входами	
ИЛИ — И с мощным открытым эмиттерным выходом (структура NPN)		D-триггер с установкой по инверсному входу R и S, с динамическим входом C, реагирующим на изменение сигнала из состояния «логической 0» в состояние «логическая 1»	
И — НЕ с открытым коллекторным выходом (структура NPN)		Наборы нелогических элементов: транзисторов:	
Двухвходовый элемент (исключающее ИЛИ)		а) структура PNP	
Мажоритарный элемент, выполняющий функцию голосования 2 из 3		б) структура NPN	
Элемент четырехразрядный магистральный с состоянием высокого импеданса		диодов (прямая полярность)	
		резисторов (часть выводов объединена)	

логическую функцию, информацию о них можно помещать в одном верхнем элементе.

Обозначение выводов устройства (номера контактов) указывают сверху или в разрыве соответствующих линий связи рядом с УГО логических элементов.

На поле структурных, функциональных и принципиальных схем допускается приводить таблицы сигналов, в которых указывают информацию, необходимую для прослеживания сигнала в изделии. Форма таблицы сигналов произвольна. В таблицах должна быть указана сле-

дующая обязательная информация: наименование или обозначение сигнала и (или) его порядковый номер; конструктивные обозначения контактов, через которые проходит сигнал. В них могут быть введены дополнительные графы. Информация в таблицах сигналов должна быть упорядочена по алфавитному расположению сигналов и (или) по конструктивным и (или) схемным адресам. Таблицы можно выпускать в виде самостоятельных документов с шифром ТС, например ТСЭЗ.

Обозначения основных функций элементов цифровой техники и их производных приведены в табл. 11.6, основных меток выводов элементов, указывающих их функциональное назначение, — в табл. 11.7, а основных меток, указывающих функциональное назначение выводов, не несущих логическую информацию, — в табл. 11.8.

В табл. 11.9 даны примеры УГО элементов цифровой техники.

11.8. Обозначения элементов аналоговой техники

Условные графические обозначения элементов аналоговой техники устанавливают ГОСТ 2.743—82 и ГОСТ 2.759—82 (СТ СЭВ 3735—82 и СТ СЭВ 3336—81). Приняты обозначения: для аналоговых сигналов Л или 1, для цифровых сигналов #.

Обозначения указателей выводов и УГО элементов аналогичны обозначениям в цифровой технике (см. табл. 11.5). Обозначения основных меток выводов и основных функций, выполняемых аналоговыми элементами, приведены в табл. 11.10 и 11.11. В табл. 11.12 даны примеры УГО элементов аналоговой техники.







В основном поле УГО на первой строке помещают обозначение функции, выполняемой аналоговым элементом, состоящее из букв латинского алфавита, цифр и специальных знаков, записанных без пробела.





Таблица 11.10

Основные метки выводов аналоговых элементов

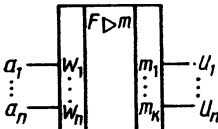
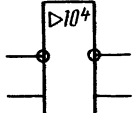
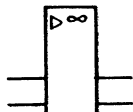
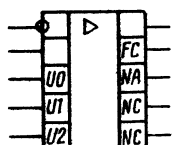
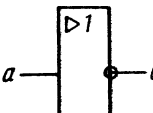
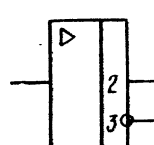
Наименование	Обозначение
Начальное значение интегрирования	I
Установка начального значения	S
Установка состояния «0»	R
Установка в исходное состояние	SR
Поддержание текущей величины сигнала	H
Строб, такт	C
Пуск	ST
Балансировка (коррекция «0»)	NC
Коррекция частотная	FC
Общий вывод:	OV
для аналоговой части элемента	OV∩ или OV∧
для цифровой части элемента	OV#

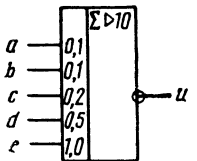
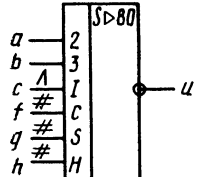
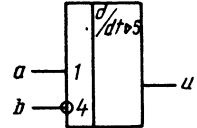
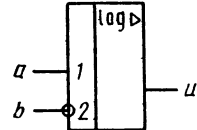
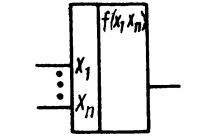
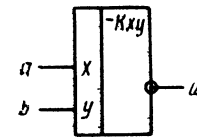
Основные функции, выполняемые аналоговыми элементами

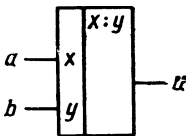
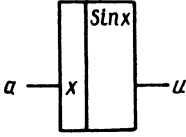
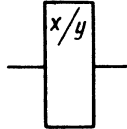
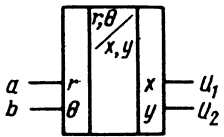
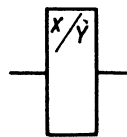
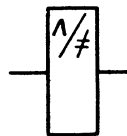
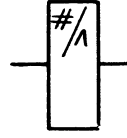
Наименование	Обозначение
Общее обозначение функции	$F(X_1, X_2, \dots, Y_N)$ или $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$
Выбор максимальной переменной	MAX или max
Выбор минимальной переменной	MIN или min
Генерирование	G
Детектирование	DK
Деление	$X : Y$ или $x : y$
Деление частоты	FR или fr
Дифференцирование	D/DT или d/dt
Зона нечувствительности	
Извлечение корня	$X \uparrow 0,5$ или $X \wedge 0,5$, или \sqrt{x}
Интегрирование	INT или \int
Насыщение	
Логарифмирование	LOG или log
Образование модуля	$ X $ или $ x $
Переключение, коммутирование (ключ, коммутатор):	SW
замыкание	SWM или 
размыкание	SWB или 
переключение	SWT или 
Показательная функция	$X \uparrow Y$ или $X \wedge Y$, или x^y
Пороговый элемент	TH или  , или $_0^-$
Преобразование	X/Y или x/y
Сравнение (компаратор, схемы сравнения)	= =
Суммирование	SM или Σ
Тригонометрические функции, например синус	SIN или sin
Умножение	XY или xy
Умножение-деление	$XY : Z$ или $xy : z$
Экспонента	EXP или exp

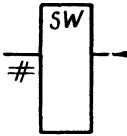
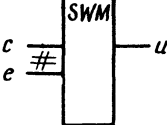
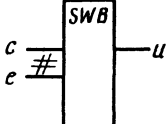
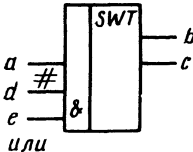
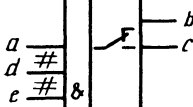
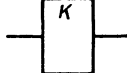
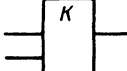
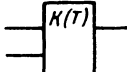
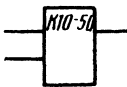
Наименование	Обозначение
Блок постоянного запаздывания	DL или 
Блок переменного запаздывания	DIV или 
Воспроизведение коэффициентов	K
Многофункциональное преобразование	MF
Фильтрация	FF
Формирование	F
Усиление	 или 
Преобразование цифроаналоговое	#/\
Преобразование аналого-цифровое	\/#
Запоминание аналоговой величины	M O или M A

Примеры условных графических обозначений элементов аналоговой техники

Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
	<p>Усилитель, общее обозначение: W_1, \dots, W_n — весовые коэффициенты; m_1, \dots, m_k — коэффициенты усиления</p>	2.759—82 (3336—81)
	Усилитель с коэффициентом усиления 10 000 и двумя выходами	
	Усилитель операционный	
	Усилитель инвертирующий (инвертор) с коэффициентом усиления 1 $u = -1a$	
	Усилитель инвертирующий (инвертор) с коэффициентом усиления 1 $u = -1a$	
	Усилитель с двумя выходами: верхний — неинвертирующий с усилением 2, нижний — инвертирующий с усилением 3	

Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
	<p>Усилитель суммирующий</p> $u = -10(0,1a + 0,1b + 0,2c + 0,5d + 1,0e) =$ $= -(a + b + 2c + 5d + 10e)$	<p>2.759—82 (3336—81)</p>
	<p>Усилитель интегрирующий</p> <p>Если $f = 1, g = 0, h = 0$, то $u =$</p> $= -80 \left[c_t = 0 + \int_0^t (2a + 3b) dt \right]$	
	<p>Усилитель дифференцирующий</p> $u = 5 \frac{d}{dt} (a + 4b)$	
	<p>Усилитель логарифмирующий</p> $u = -\log(-a + 2b)$	
	<p>Функциональный преобразователь, общее обозначение:</p> <p>x_1, \dots, x_n — аргументы функции f</p>	
	<p>Перемножитель с коэффициентом передачи</p> $u = -Kxy$	

Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
	<p>Делитель $u = a/b$ Символ «/» не должен использоваться для указания деления</p>	<p>2.759—82 (3336—81)</p>
	<p>Преобразователь для моделирования функции синуса $u = \sin x$</p>	
	<p>Преобразователь координат, общее обозначение</p>	
	<p>Преобразователь полярных координат в прямоугольные: $u_1 = a \cos b$ $u_2 = a \sin b$</p>	
	<p>Преобразователь сигналов, общее обозначение</p>	
	<p>Преобразователь аналого-цифровой</p>	
	<p>Преобразователь цифроаналоговый</p>	

Обозначение	Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
	<p>Электронные ключи, коммутаторы, общее обозначение</p>	<p>2.759—82 (3336—81)</p>
	<p>Замыкающий ключ SWM: аналоговый сигнал может проходить в любом направлении между с и d, пока цифровой вход e находится в состоянии «1»</p>	
	<p>Размыкающий ключ SWB: аналоговый сигнал может проходить в любом направлении между с и d, пока цифровой вход e находится в состоянии «0»</p>	
 <p>или</p>	<p>Двухнаправленный коммутатор, управляемый логическим элементом И с двумя цифровыми входами</p>	
	<p>Блок коэффициентов:</p>	
	<p>постоянного с одним входом</p>	
	<p>постоянного с двумя входами</p>	
	<p>переменного</p>	
	<p>переменного с обозначением коэффициента</p>	

Оптические и кинематические схемы

12.1. Оптические схемы

Под оптическими схемами понимают принципиальные схемы оптических систем. Правила их выполнения устанавливают ГОСТ 2.412—81 и 2.701—84.

Оптическая схема содержит:

все оптические элементы изделия в основном рабочем положении; по мере надобности показывают также крайние и другие положения; условные графические обозначения источников излучения (можно изображать их упрощенно) и приемников лучистой энергии (фотоэлементы и др.);

по мере надобности — положения диафрагм, зрачков; положения плоскостей изображения, предмета (рис. 12.1) и фокальных.

Номера позиций элементам схемы присваивают по ходу луча (рис. 12.2). Данные об элементах указывают в таблице по форме спецификации ГОСТ 2.108—68. Таблицу размещают над основной надписью. Под таблицей помещают технические требования.

Если в схему изделия (рис. 12.2, б) входит устройство, имеющее самостоятельную принципиальную схему (рис. 12.2, а), то его следует изобразить упрощенно, обвести тонкой штрихпунктирной линией и указать размеры, определяющие его положение. «Обстановку» на схеме (микрометр окулярный винтовой на рис. 12.2, а, б) показывают тонкими сплошными линиями, за исключением линз и других оптических элементов, входящих в «обстановку».

Оптическая принципиальная схема содержит большое количество необходимых сведений:

1. Основные оптические характеристики изделия; допускается указывать с предельными отклонениями. Их записывают в технических требованиях или в таблицах произвольной формы.

Для телескопических систем (рис. 12.2, а, б) дают, например, видимое увеличение, угловое поле зрения, диаметр выходного зрачка, удаление выходного зрачка и другие данные.

Для фотографических объективов указывают фокусное расстояние, относительное отверстие, по мере надобности — разрешающую способность, коэффициент пропускания.

Для фотоэлектрических систем приводят размеры фотокатода или тип фотоприемника, размеры светового пятна на фотокатодах (при необходимости).

Размеры: длину волны λ , фокусное расстояние f' , передний и задний фокальные отрезки S_F и $S_{F'}$ помещают на поле схемы в таблице. Размеры граф не устанавливают (см. рис. 12.1, 12.2).

2. Размеры световых диаметров O_\emptyset и соответствующие им стрелки рекомендуется выносить в таблицу произвольной формы (см. рис. 12.1, 12.2).

AVBГ.XXXXXX.L99V

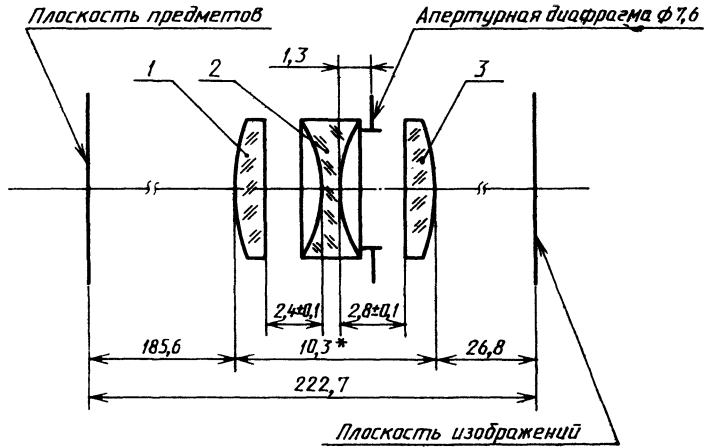


Таблица 1

Поз.	Наименование	Обозначение расчета (схема)	λ (нм)	f'	S_F	$S'_{F'}$
1	Линза	АВВГ.XXXXXX.XXX	546	18,082	-18,082	16,994
2	Линза	АВВГ.XXXXXX.XXX	546	-10,538	11,003	-10,893
3	Линза	АВВГ.XXXXXX.XXX	546	15,051	-14,210	14,849
1,2,3	Объектив	АВВГ.XXXXXX.XXXЛЗ	863	26,51	-19,91	22,53
1,2,3	Объектив	АВВГ.XXXXXX.XXXЛЗ	546	26,26	-19,63	22,30

Таблица 2

Поз.	D_{ϕ_1}	Стрелка по D_{ϕ_1}	D_{ϕ_2}	Стрелка по D_{ϕ_2}	Толщина по оси
1	9,0	0,77	9,0	—	1,9
2	8,0	0,51	8,0	0,64	1,4
3	8,0	0,14	8,0	0,59	1,8

Рис. 12.1. Схема оптическая принципиальная объектива

Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	1	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ	Линза	1	
	2	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ	Линза	1	
	3	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ	Линза	1	

1. Увеличение объектива $\beta = -0,16^x$.
2. Размеры поля зрения $\phi 100$ мм.
3. Входная апертура $A = 0,02$.
4. Предел разрешения в плоскости предметов для $\lambda \geq 625$ мм, не менее:
 в центре поля зрения 4 лин/мин;
 на краю поля зрения 2 лин/мин для видимой области спектра.

					АБВГ.ХХХХХХ.ХХХЛЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Объектив	Лит.	Масса	Масшт.
					Схема оптическая принципиальная	0		
						Лист	Листов 1	

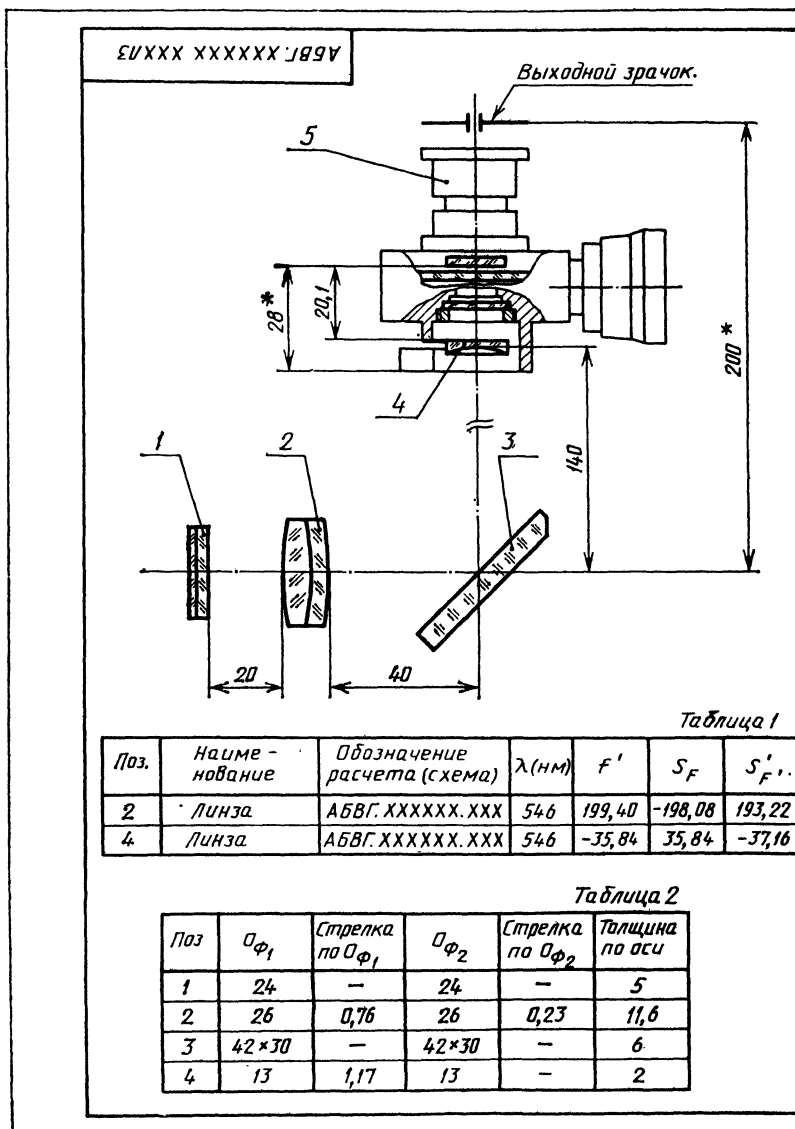


Рис. 12.2, а. Схема оптическая принципиальная телескопической трубки

Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	1	АБВГ. XXXXXX. XXX	Светофильтр	1	
	2	АБВГ. XXXXXX. XXX	Линза	1	
	3	АБВГ. XXXXXX. XXX	Зеркало	1	
	4	АБВГ. XXXXXX. XXX	Линза	1	
	5		Микрометр окулярный		
			винтовой		
			МОВ-1-16 [*] ГОСТ 7865-77	1	

1. Увеличение 20^{*}.
2. Угловое поле зрения 1,8°.
3. Визуальный предел разрешения $\leq 6,08''$.
4. Диаметр выходного зрачка 1,2 мм.
5. Удаление выходного зрачка 11,4 мм.
6. Фокусирующее перемещение линзы поз. 2 ± 12 мм.
7. Децентрировка компонентов поз. 4,5 относительно оси линзы поз. 2, не более:
 - линейная 0,03 мм;
 - угловая 40''.
8. * Размеры для справок.

				АБВГ. XXXXXX. XXX ЛЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масшт.
Разраб.					0,		
Проб							
Т.контр.					Лист	Листов 1	
Н.контр.							
Утв.							

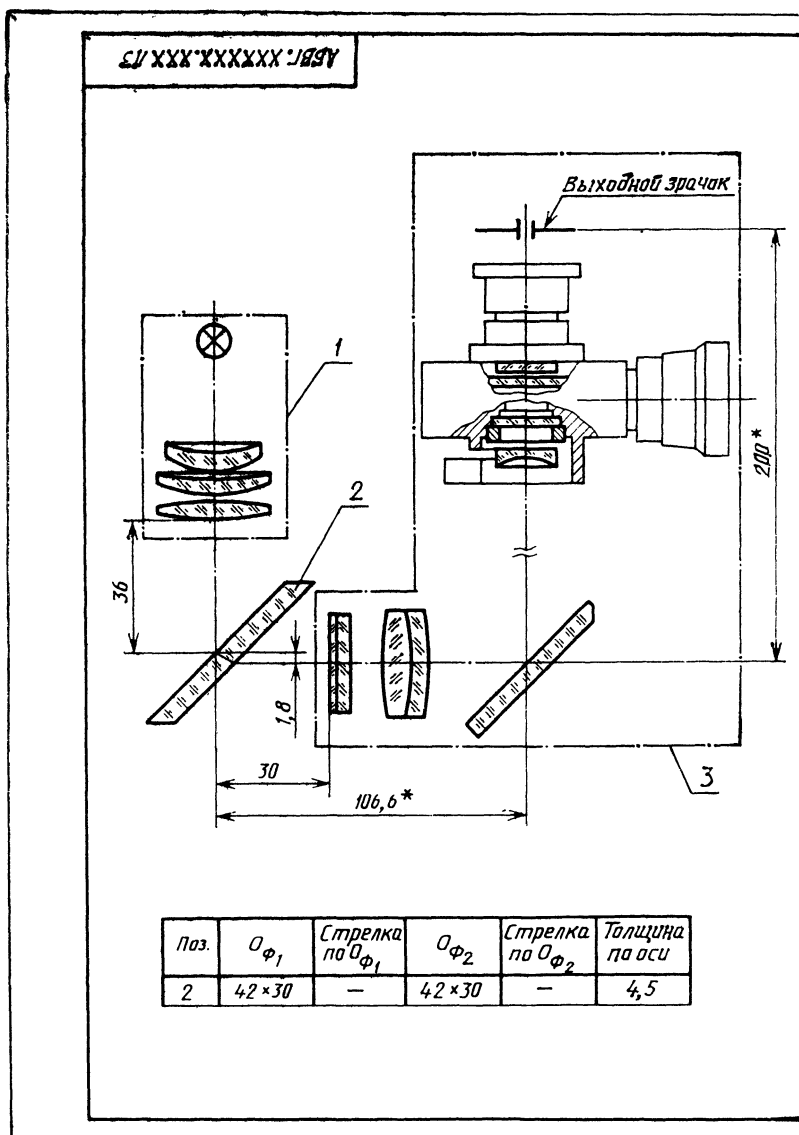


Рис. 12.2, б. Схема оптическая принципиальная отсчетного визира

Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	1	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ	Фонарь	1	
	2	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ	Зеркало	1	
	3	АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ/З	Трубка телескопическая	1	

1. Увеличение 20^{*}.
2. Угловое поле зрения 1,8°.
3. Визуальный предел разрешения $\leq 6,08''$.
4. Диаметр выходного зрачка 1,2 мм.
5. Удаление выходного зрачка 11,4 мм.
6. Децентрировка оси компонента поз 1 относительно оси компонента поз 3, не более:
 - линейная 0,1 мм,
 - угловая 1'.
- 7* Размеры для справок.

					АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ/З			
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Визир отсчетный Схема электрическая принципиальная	Лит.	Масса	Масшт
Разраб						О ₁		
Проб						Лист	Листов 1	
Г.контр.								
И.контр.								
УТВ								

Буквенные коды наиболее распространенных групп элементов механизмов

Буквенный код	Группы элементов механизмов	Примеры элементов
А	Механизмы, общее обозначение	—
В	Валы	—
С	Элементы кулачковых механизмов	Кулачок, толкатель,
Е	Разные элементы	—
Н	Элементы механизмов с гибкими звеньями	Ремень, цепь
К	Элементы рычажных механизмов	Коромысло, кривошип, кулиса, шатун
М	Источник движения	Двигатель
Р	Элементы мальтийских и храповых механизмов	—
Т	Элементы зубчатых и фрикционных механизмов	Зубчатое колесо, зубчатая рейка, зубчатый сектор, червяк
Х	Муфты, тормоза	—

На функциональной кинематической схеме изображают в виде простых геометрических фигур все функциональные части изделия, участвующие в процессе, иллюстрируемом данной схемой, и связи между ними. Внутри каждой геометрической фигуры указывают соответствующее обозначение или надпись. Обозначения функциональных частей располагают в последовательности их функциональной связи. Допускается, если это не нарушает наглядности представления процессов, учитывать действительное расположение функциональных частей.

Для обозначения функциональных частей применяют буквенные коды (табл. 12.1).

Правила выполнения кинематической структурной и функциональной схем соответствуют правилам выполнения аналогичных электрических схем (см. рис. 10.1, 10.2, 11.1, 11.2).

Кинематическая принципиальная схема механизма представлена на рис. 12.4. Ее шифр — КЗ. С помощью условных графических обозначений или упрощенных контурных очертаний показана совокупность кинематических элементов и их соединений. Схема показывает, как осуществляется регулирование, управление и контроль заданных движений исполнительного органа. Схему строят без применения масштаба, но соотношение размеров изображаемых элементов должно приблизительно отражаться на схеме.

Как правило, кинематическую принципиальную схему выполняют в виде развертки (см. рис. 12.4). Допускается вписывать ее для наглядности в контур изделия (рис. 12.5; толщина линий контура изделия равна $s/3$, элементов — $s/2$) или строить в аксонометрии.

В табл. 12.2 даны наиболее употребительные обозначения, применяемые в схемах-развертках. Таблица 12.3 содержит некоторые условные обозначения направлений движения.

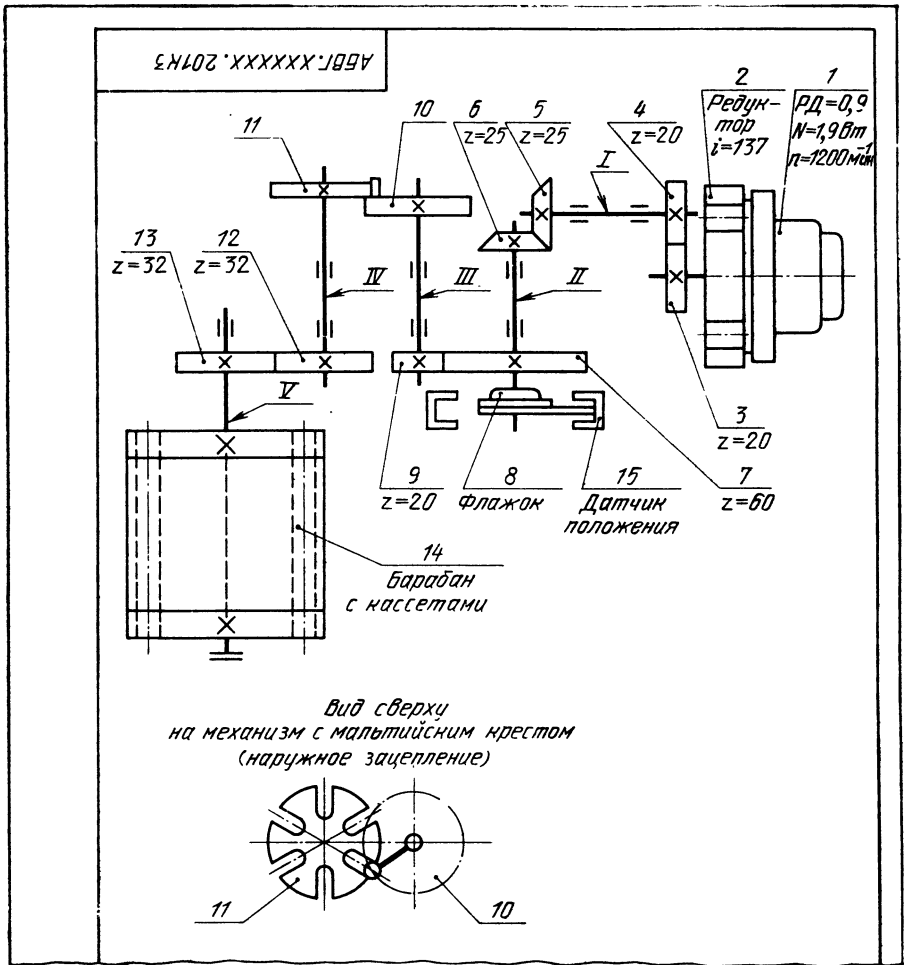

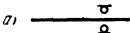

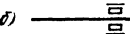

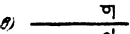

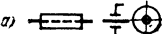


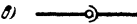


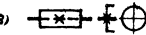
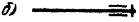
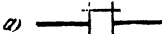
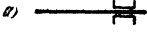
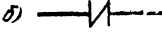
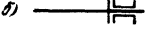

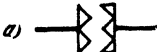
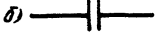
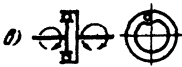
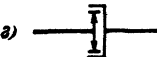

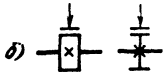
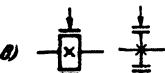


Рис. 12.4. Схема кинематическая принципиальная механизма перемещения кассет

Толщина линий, изображающих валы, оси, стержни, шатуны, кривошипы, равна s (см. рис. 12.5). Разрыв в местах пересечения валов не допускается (рис. 12.6). Разрешается условно повертывать валы, оси (рис. 12.7). Невидимый участок вала изображают штриховой линией $s/2$ (рис. 12.8). Толщина линий, изображающих контуры зубчатых колес, червяков, звездочек, кулачков и других элементов (см. рис. 12.5), равна $s/2$. На проекциях, перпендикулярных их оси вращения, эти элементы изображают штрихпунктирной линией (рис. 12.9).

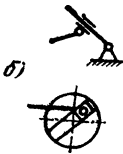



Графические обозначения для кинематических схем

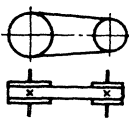
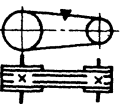
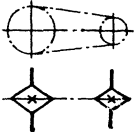
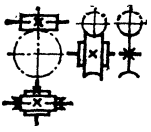
Обозначение	Наименование	Обозначение	Наименование
	Вал, валик, ось, стержень, шатун и т. п.		Подшипники качения: а) радиальные шариковые
	Опора для стержня: а) неподвижная		б) радиальные роликовые
	б) подвижная		в) радиальные упорные односторонние
	Соединение стержней: а) жесткое		Соединение деталей с валом: а) свободное при вращении
	б) шарнирное		б) подвижное без вращения
	в) шаровым шарниром		в) с помощью вытяжной шпонки
	Подшипники скольжения и качения на валу без уточнения типа: а) радиальные		г) глухое
	б) радиальные упорные односторонние		Соединение двух валов: а) глухое
	Подшипники скольжения: а) радиальные шариковые		б) эластичное
	б) радиальные упорные односторонние		в) шарнирное

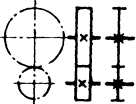

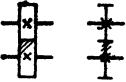
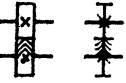
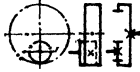
Обозначение	Наименование
<p>а) </p> <p>б) </p> <p>в) </p> <p>г) </p>	<p>Муфты сцепления:</p> <p>а) кулачковые односторонние</p> <p>б) фрикционные (без обозначения типа) самовключающиеся</p> <p>в) обгона односторонние</p> <p>г) центробежные</p>
<p>а) </p> <p>б) </p> <p>в) </p>	<p>Тормоза:</p> <p>а) конусные</p> <p>б) колодочные</p> <p>в) ленточные</p>

Продолжение табл. 12.2






Обозначение	Наименование
	Кулачки плоские продольного перемещения
<p>a) </p>	Кулачки барабанные:
<p>б) </p>	а) цилиндрические
<p>а) </p>	б) конические
<p>б) </p>	Толкатели для кулачковых механизмов:
<p>в) </p>	а) пальцевые б) тарельчатые в) роликовые
<p>a) </p>	Цилиндры с поршнями:
<p>б) </p>	а) неподвижные с шатуном
<p>а) </p>	б) неподвижные со штоком
<p>б) </p>	Соединение кривошипа с шатуном с постоянным радиусом

Обозначение	Наименование
	<p>Соединение кривошипа с шатуном с переменным радиусом</p>
	<p>Соединение коленчатого вала с шатуном с одним коленом</p>
	<p>Мальтийские механизмы с радиальным расположением пазов у мальтийского креста с наружным зацеплением</p>
	<p>Шкив ступенчатый, закрепленный на валу</p>

Обозначение	Наименование
<p>а)</p> 	<p>Передача ремнем:</p> <p>а) плоским, открытым</p>
<p>б)</p> 	<p>б) клиновидным</p>
	<p>Передача цепью</p>
	<p>Передача червячная с цилиндрическим червяком</p>







Обозначение	Наименование
<p>a) </p> <p>b) </p> <p>в) </p> <p>г) </p> <p>д) </p>	<p>Передачи зубчатые цилиндрические:</p> <p>а) внешнее зацепление без уточнения типа зубьев</p> <p>б) с прямыми зубьями</p> <p>в) с косыми зубьями</p> <p>г) с шевронными зубьями</p> <p>д) внутреннее зацепление</p>

Обозначение	Наименование
	<p>Передача коническая</p>
	<p>Передача винтовая</p>
	<p>Передача реечная</p>

Обозначение	Наименование
	Винт, передающий движение
<p>а) </p> <p>б) </p>	Гайка на винте: а) неразъемная б) разъемная
<p>а) </p> <p>б) </p> <p>в) </p>	Пружины: а) цилиндрическая сжатия б) цилиндрическая растяжения в) спиральная

Обозначение	Наименование
	<p>Пружины листовые: а) одинарные</p>
	<p>б) рессора</p>
	<p>Эксцентрик</p>
	<p>Рукоятка</p>
	<p>Маховичок</p>
	<p>Конец вала под съемную рукоятку</p>

Условные обозначения направлений движения

Обозначение	Наименование	Обозначение	Наименование
а)  б) 	Движение прямолинейное: а) в одном направлении (вправо) б) в обоих направлениях	а)  б) 	Вращение вала: а) в одном направлении (по часовой стрелке) б) в обоих направлениях
	Движение вращательное: а) в одном направлении (по часовой стрелке) б) в обоих направлениях		 

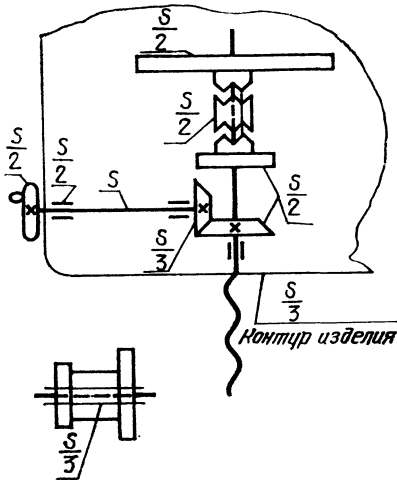


Рис. 12.5. Толщины линий, применяемые для изображения различных элементов

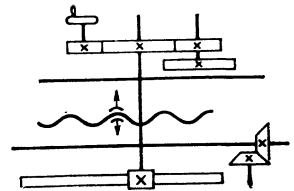


Рис. 12.6. Изображение валов, осей, стержней, ходовых винтов на кинематической принципиальной схеме

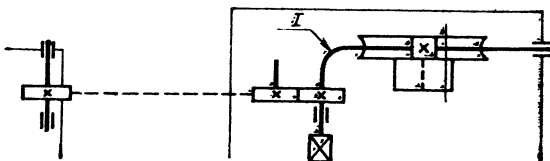


Рис. 12.7. Связь сопряженных элементов, вычерченных раздельно

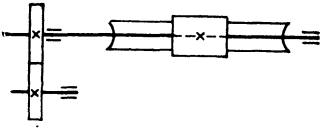


Рис. 12.8. Изображение невидимых на схеме частей вала, оси

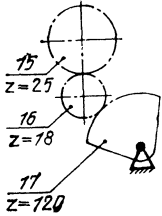


Рис. 12.9. Изображение зубчатых колес на неглавном виде

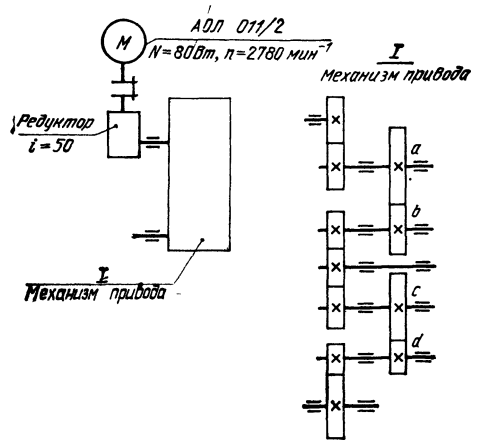


Рис. 12.10. Изображение отдельно собираемых и самостоятельно регулируемых механизмов

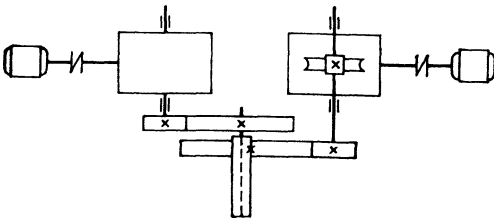


Рис. 12.11. Изображение одинаковых механизмов в изделии

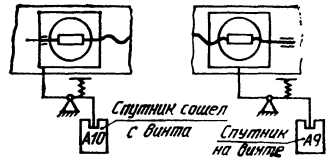


Рис. 12.12. Поясняющие надписи на чертеже

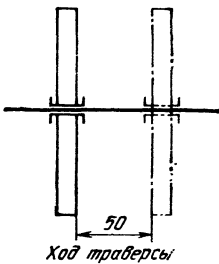


Рис. 12.13. Изображение элемента, меняющего свое положение

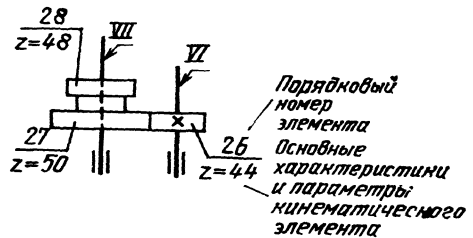


Рис. 12.14. Обозначение характеристик элементов на схеме

На рис. 12.10 показано упрощенное изображение механизма привода, собираемого отдельно и регулируемого самостоятельно. Контур такого механизма обведен сплошной тонкой линией $s/3$. Схема его изображена как выносной элемент I. Такую схему можно выполнить отдельным документом со ссылкой на него в основной схеме.

На рис. 12.11 показано, как при наличии одинаковых механизмов можно выполнить схему только для одного из них. Выбран случай глухого соединения зубчатого колеса с пустотелой осью — крестик находится на образующей этой оси.

Расположение механизмов на принципиальной схеме соответствует положению исполнительных органов — исходному, среднему или рабочему. Можно применять поясняющие надписи (рис. 12.12), а также изображать крайнее положение элемента штрихпунктирной линией (рис. 12.13).

Для упрощения чтения схем допускается перемещать элементы механизма за пределы его контура и поворачивать элементы вместе с валом (см. рис. 12.7). При переносе сопряженные элементы соединяют штриховой линией $s/2$. Если связь проходит через некинематические (энергетические) участки, проводят двойную штриховую линию, а для указания расчетной связи — тройную.

Каждому кинематическому элементу схемы присваивают порядковый номер, начиная от источника движения, и буквенно-цифровые позиционные обозначения (см. табл. 12.1 и рис. 12.4). Покупной или заимствованный механизм (редуктор, вариатор и др.) нумеруют одним номером, без разбивки на элементы. Валы нумеруют римскими цифрами. Основные характеристики и параметры элемента указывают согласно рис. 12.14. При наличии в схеме изображений кинематических элементов групп настройки их изображают отдельно (см. рис. 12.10) и нумеруют сменные элементы латинскими строчными буквами. Порядковые номера таким элементам не присваивают. Характеристики всего набора сменных элементов указывают в таблице, которую помещают на схеме или выполняют на отдельных листах.

Таким образом, на схеме (см. рис. 12.4) указывают:

для каждой кинематической группы (например, 2 и 14) ее наименование;

для кинематических элементов — основные характеристики, определяющие в конечном счете исполнительные движения рабочих органов.

Согласно ГОСТ 2.703—68 (СТ СЭВ 1187—78) в табл. 12.4 приведена информация, помещаемая на схеме. Характеристики и параметры допускается вносить в перечень элементов. Перечень элементов содержит следующие графы: «Зона», «Позиционное обозначение», «Наименование», «Количество», «Примечание»; размеры граф стандартом не регламентированы. Если схема содержит точные механизмы и пары (отсчетные, делительные и др.), указывают все данные по кинематической точности: степень точности передачи; допустимые относительные смещения; повороты; наличие «мертвых ходов» между основными ведущими и исполнительными элементами.

Основные характеристики и параметры кинематических элементов

Наименование	Данные, помещаемые на схеме
<p>Источник движения (двигатель)</p> <p>Механизм, кинематическая группа</p>	<p>Наименование, тип, характеристика</p> <p>Характеристика основных исполнительных движений, диапазон регулирования и т. д. Передаточные отношения основных элементов. Размеры, определяющие пределы перемещений: длину перемещения или угол поворота исполнительного органа. Направление вращения или перемещения элементов, от которых зависит получение заданных движений и их согласованность. Допускается помещать надписи с указанием режимов работы изделия или механизма, которым соответствуют указанные направления движения.</p> <p>Примечание. Для групп механизмов, показанных на схеме условно, без внутренних связей, приводят передаточные отношения и характеристики основных движений</p>
<p>Отсчетное устройство</p> <p>Кинематические звенья:</p> <p>а) шкивы ременной передачи</p> <p>б) зубчатое колесо</p> <p>в) зубчатая рейка</p> <p>г) червяк</p> <p>д) ходовой винт</p> <p>е) звездочка цепной передачи</p> <p>ж) кулачок</p>	<p>Предел измерения или цена деления</p> <p>Диаметр (для сменных шкивов — отношение диаметров ведущих шкивов к диаметру ведомых шкивов)</p> <p>Число зубьев (для зубчатых секторов — число зубьев на полной окружности и фактическое число зубьев)</p> <p>Модуль, для косозубых реек — направление и угол наклона зубьев</p> <p>Модуль осевой, число заходов, тип червяка (если он не архимедов), направление витка и диаметр червяка</p> <p>Ход винтовой линии, число заходов, надпись «лев.» — для левых резьб</p> <p>Число зубьев, шаг цепи</p> <p>Параметры кривых, определяющих скорость и пределы перемещения поводка (толкателя)</p>

Для динамического анализа кинематическая принципиальная схема должна содержать необходимые размеры и характеристики элементов и наибольшие нагрузки для основных ведущих элементов. Должен быть выявлен характер опор в зависимости от их функционального назначения.

Принципиальные кинематические схемы в аксонометрических проекциях выполняют в соответствии с ГОСТ 2.317—69 (рис. 12.15) с указанием на линиях-выносках сведений, перечисленных выше. Например, число зубьев зубчатых пар, точность, номер стандарта, цена делений шкал и др. Применяется также табличная форма.

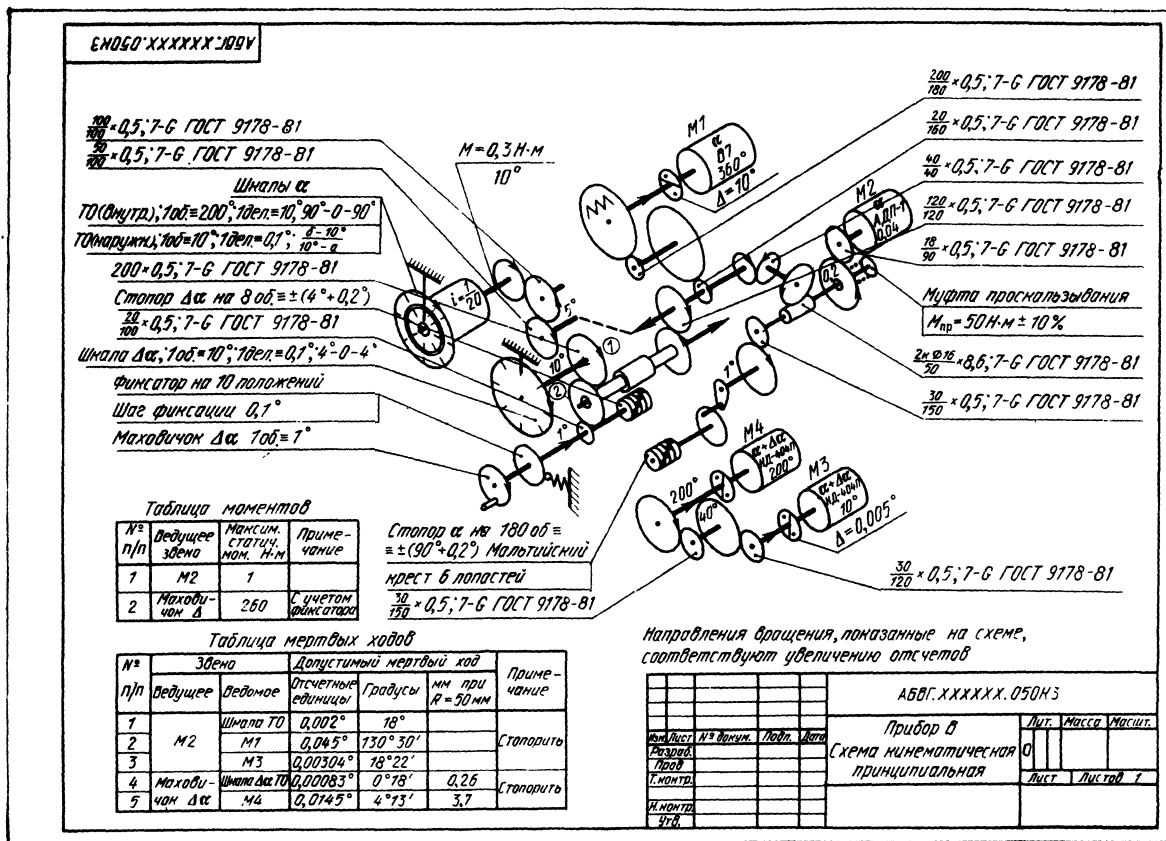
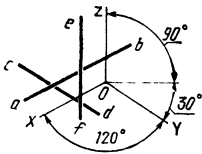


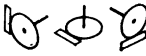


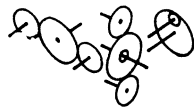
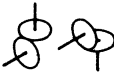
















Рис. 12.15. Кинематическая схема прибора В

Графические обозначения элементов для принципиальных кинематических схем в изометрии

Обозначение	Наименование	Обозначение	Наименование
	Вал, валик, ось, стержень		Передача червячная
	Знак, характеризующий неподвижность элемента		Передача зубчатая, реечная
	Подшипник вала или направляющая для прямолинейного движения		Передача винтовыми зубчатыми колесами
	Передача цилиндрическими зубчатыми или фрикционными колесами внешнего и внутреннего зацепления	 	Передача коническими или фрикционными колесами Колесо зубчатое с выборкой мертвого хода Маховичок

Обозначение	Наименование
	Тормоз
	Муфта предохранительная
	Рукоятка
	Поводок
	Муфта-поводок
	<p>Шкала подвижная с неподвижным указателем:</p> <p>а) дисковая</p> <p>б) барабанная</p>

Обозначение	Наименование
 <p>в)</p>	<p>в) линейная</p>
 <p>а)</p>  <p>б)</p>	<p>Шкала неподвижная с подвижным указателем а) дисковая б) линейная</p>
	<p>Устройство шкальное — шкала двухотсчетная</p>
	<p>Кнопка</p>
	<p>Счетчик механический</p>
	<p>Фиксатор</p>

Цилиндрические зубчатые колеса и другие элементы механизмов машин, имеющих окружности, выполняют эллипсами, расположение осей которых указано в ГОСТ 2.317—69. Рекомендуется вместо эллипсов вычерчивать овалы, причем валы, оси, стержни и валики располагать параллельно оси X изометрической проекции. Таблица 12.5 содержит наиболее употребительные графические обозначения (ГОСТ 2.770—68) (СТ СЭВ 2519—80) применительно к схемам, выполненным в изометрии.

Глава 13.

Гидравлические и пневматические схемы

13.1. Структурные схемы

В настоящей главе рассмотрены схемы трех видов: гидравлические, пневматические и комбинированные — пневмогидравлические для изделий всех отраслей промышленности согласно ГОСТ 2.704—76 (СТ СЭВ 1981—79). Даны примеры выполнения схем установленных типов — принципиальных и др. Графически построенная схема дает представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии.

На структурной схеме (рис. 13.1) показывают все основные функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы в виде прямоугольников или условных графических обозначений) и основные связи между ними. На линиях взаимосвязей рекомендуется указывать направление потоков рабочей среды.

При изображениях функциональных частей в виде прямоугольников (см. рис. 13.1) рекомендуется вписывать внутрь прямоугольников их наименования, типы, обозначения и функциональные зависимости. При изображении функциональных частей допускается проставлять порядковые номера справа от изображений или над ними, как правило — сверху вниз в направлении слева направо. В таком случае наименования, типы и обозначения указывают в таблице, помещаемой на поле схемы (рис. 13.2).

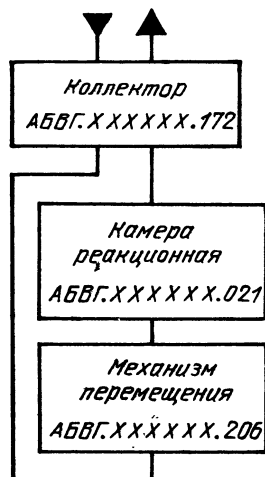


Рис. 13.1. Гидравлическая структурная схема

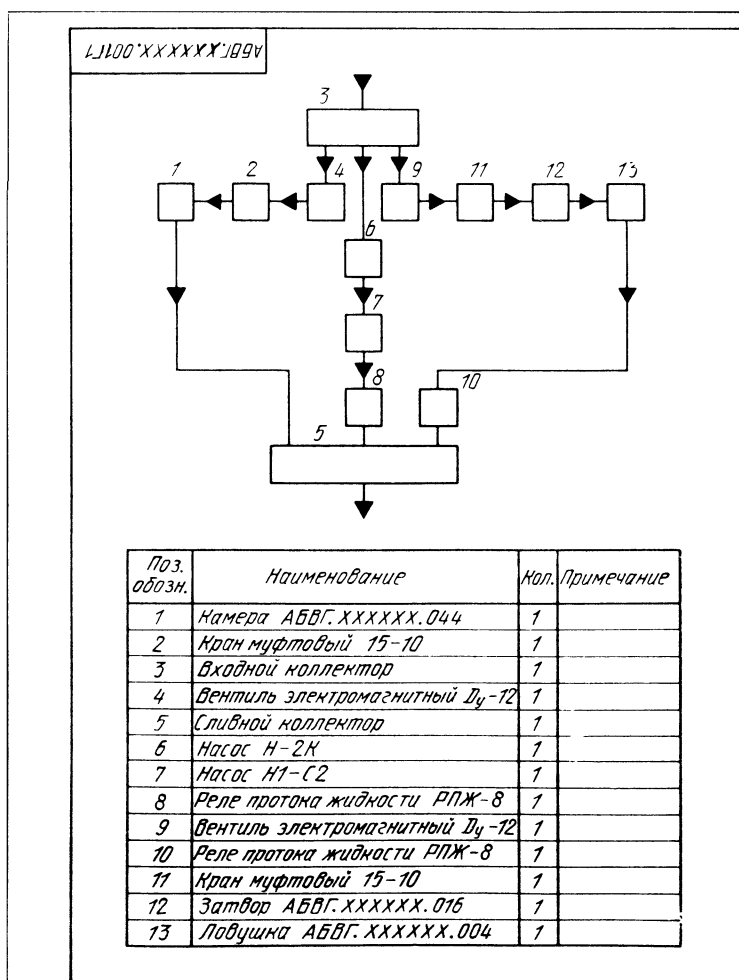


Рис. 13.2. Гидравлическая структурная схема агрегата с перечнем элементов

13.2. Принципиальные схемы

На принципиальной схеме изображают все гидравлические и пневматические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных гидравлических (пневматических) процессов, и все гидравлические (пневматические) связи между ними. На рис. 13.3, 13.4 приведены примеры таких схем.

Элементы и устройства на схеме изображают в виде условных графических обозначений, вычерчивая их, как правило, в исходном по-

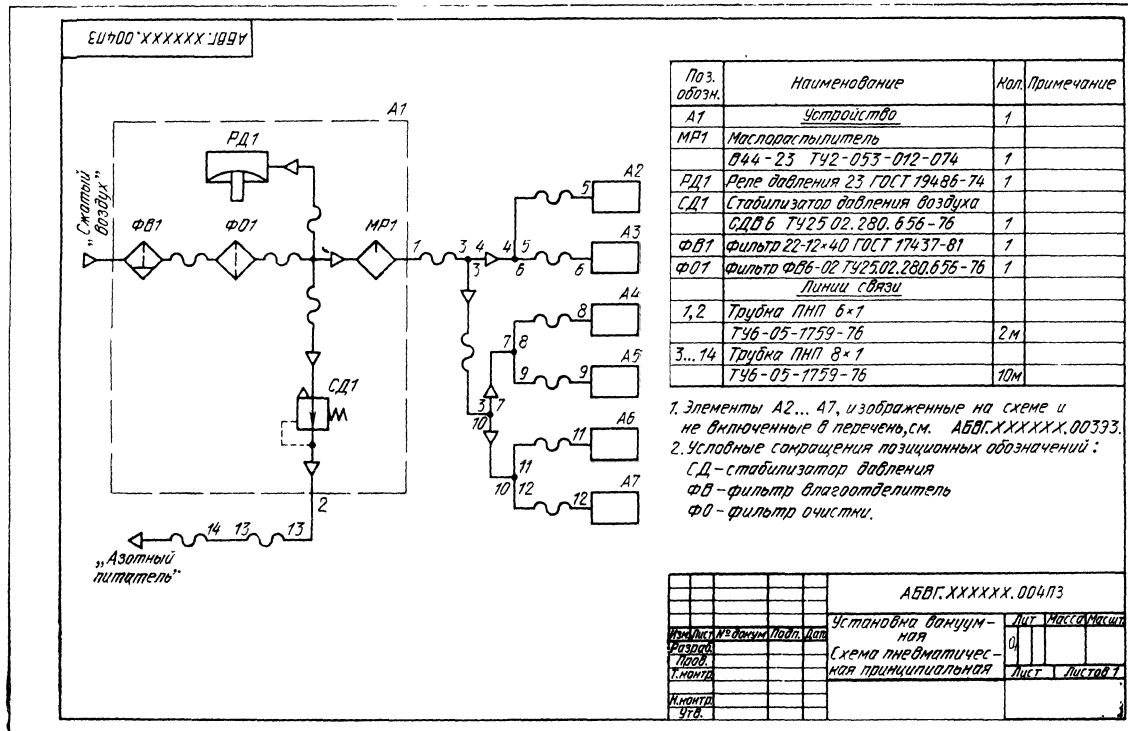


Рис. 13.3. Схема пневматическая принципиальная

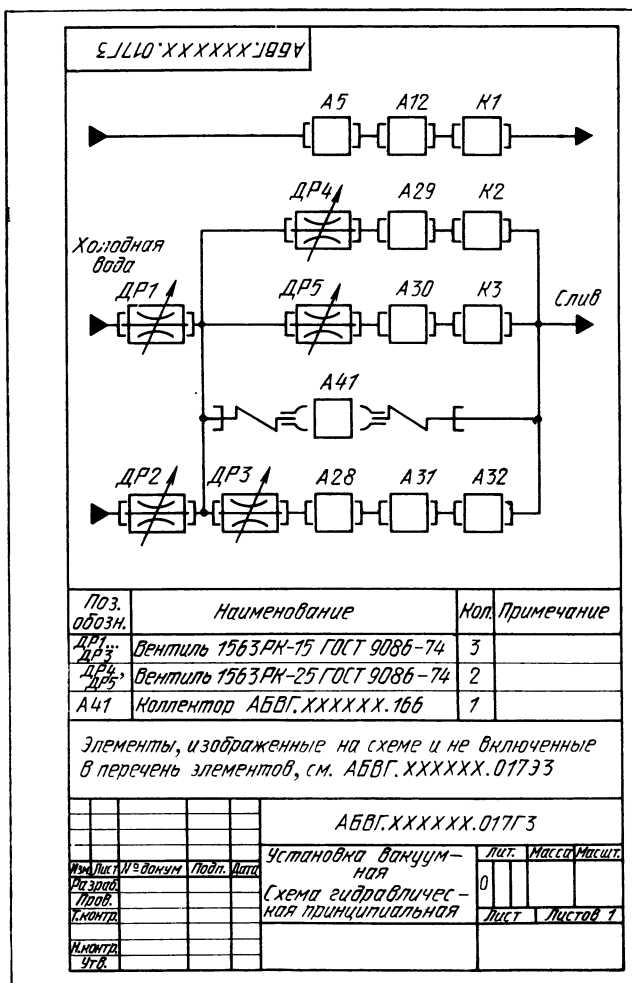


Рис. 13.4. Схема гидравлическая принципиальная

ложении: пружины в состоянии предварительного сжатия, электромагниты обесточенными и т. п.

Наиболее употребительные условные графические обозначения в гидравлических и пневматических схемах даны в § 13.4.

Каждый элемент (устройство), входящий в изделие и изображенный на схеме, должен иметь буквенно-цифровое позиционное обозначение, состоящее из буквенного обозначения и порядкового номера, проставленного после буквенного обозначения. Буквы и цифры выполняются одним размером шрифта.

Буквенные позиционные обозначения основных элементов

Буквенный код	Вид элемента (устройство)	Буквенный код	Вид элемента (устройство)
А	Устройство, общее обозначение	МФ	Гидродинамическая муфта
АК	Гидроаккумулятор (пневоаккумулятор)	Н	Насос
АТ	Аппарат теплообменный	НА	Насос аксиально-поршневой
Б	Гидробак	НМ	Насос-мотор
ВД	Влагоотделитель	НП	Насос пластинчатый
ВН	Вентиль	НР	Насос радиально-поршневой
ВТ	Гидровытеснитель	ПГ	Пневмогидропреобразователь
Г	Пневмоглушитель	ПР	Гидропреобразователь
Д	Гидродвигатель (пневмодвигатель) поворотный	Р	Гидрораспределитель (пневмораспределитель)
ДП	Делитель потока	РД	Реле давления
ДР	Гидродроссель (пневмодроссель)	РЗ	Гидроаппарат (пневоаппарат) золотниковый
ЗМ	Гидрозамок (пневмозамок)	РК	Гидроаппарат (пневоаппарат) клапанный
К	Гидроклапан (пневмоклапан):	РП	Регулятор потока
КВ	выдержки времени	РС	Ресивер
КД	давления	С	Сепаратор
КО	обратный	СП	Сумматор потока
КП	предохранительный	Т	Термометр
КР	редукционный	ТР	Гидродинамический трансформатор
КМ	Компрессор	УВ	Устройство воздушопускное
М	Гидромотор (пневмомотор)	УС	Гидроусилитель
МН	Манометр	Ф	Фильтр
МП	Гидродинамическая передача	Ц	Гидроцилиндр (пневоцилиндр)
МР	Маслораспылитель		
МС	Масленка		

Буквенное обозначение представляет собой сокращенное наименование элемента, составленное из его начальных или характерных букв, например, клапан — К, дроссель — ДР. В табл. 13.1 приведены буквенные позиционные обозначения наиболее распространенных элементов (ГОСТ 17398—72, 17752—81 (СТ СЭВ 2455—80), 19587—74). В случае применения иных обозначений на поле схемы должны быть приведены соответствующие пояснения (см. рис. 13.3).

Элементом (устройством) следует присваивать порядковые номера, начиная с единицы, в пределах групп элементов (устройств), которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение, например: А1, А2, А3 и т.д. Порядковые номера проставляют в соответствии с последовательностью расположения элементов или устройств на схеме сверху вниз в направлении слева направо (см. рис. 13.3). При необходимости допускается изменять последовательность простановки номеров в зависимости от размещения элементов в изделии, от

направления потока рабочей среды и от обозначений, принятых в более общей схеме (см. рис. 13.4)

Позиционные обозначения присваивают элементам и устройствам в пределах изделия (установки). Допускается присваивать позиционные обозначения элементам в пределах каждого устройства. Если в состав изделия входит несколько одинаковых устройств, то позиционные обозначения следует проставлять элементам в пределах устройств (рис. 13.5). Элементам, не входящим в устройства, позиционные обозначения присваивают после элементов, входящих в устройства.

Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов или устройств с правой стороны или над ними (см. рис. 13.3).

Данные об элементах, изображенных на схеме, записывают в перечне элементов. Допускается в отдельных случаях, установленных в государственных или отраслевых стандартах, все сведения об элементах помещать около условных графических обозначений. Перечень элементов помещают, как правило, на первом листе схемы над основной надписью в виде таблицы (см. рис. 11.20). Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм. Перечень элементов продолжают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

Перечень элементов может быть выполнен на формате А4 в виде самостоятельного документа с присвоением шифра, состоящего из буквы П (перечень) и шифра схемы, к которой выпускается перечень, например: ППЗ — перечень элементов к принципиальной пневматической схеме. Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по ГОСТ 2.104—68 (форматы 2 и 2а).

В графах перечня указывают следующие данные:

в графе «Поз. обозначение» — позиционное обозначение элемента, устройства или функциональной группы;

в графе «Наименование» — наименование элемента или устройства и обозначение документа (основной конструкторский документ, стандарт, ТУ и т. д.), на основании которого этот элемент или устройство применено;

в графе «Примечание» — технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании.

При разбивке поля схемы на зоны перечень элементов дополняют графой «Зона» (рис. 11.20, б), указывая в ней обозначение зоны, в которой расположен данный элемент или устройство.

Элементы записывают в перечень в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров (рис. 13.6).

Элементы одного типа с одинаковыми гидравлическими (пневматическими) параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень в одну строку. В этом

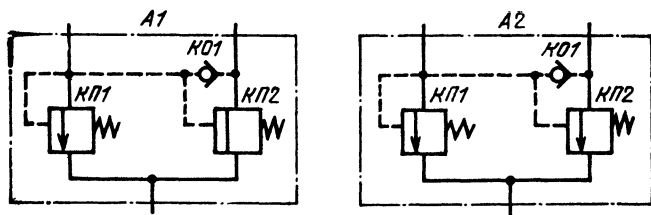


Рис. 13.5. Простановка позиционных обозначений при наличии нескольких одинаковых устройств

случае в графу «Поз. обозначение» вписывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например ДР1 ... ДР3, а в графу «Кол.» — общее количество таких элементов (см. рис. 13.4).

При записи элементов, имеющих одинаковую первую часть позиционных обозначений, допускается:

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
ДР1		1	См. п. 5
КП3	Клапан 10-320-1к-11	1	
НП1	Насос пластинчатый 8БГ 12-23	1	$Q = \frac{(0,13)}{0,58} \frac{\text{дм}^3}{\text{с}}; p = 12,5 \text{ МПа}$
Ф1	Фильтр АБВГ.ХХХХХХ.005	1	
А1, А2	<u>Устройства предохранительные</u>		
	АБВГ.ХХХХХХ.000	2	
КО1	Гидроклапан обратный Г51-23	1	$Q = 0,58 \frac{\text{дм}^3}{\text{с}}; p = 20 \text{ МПа}$
	<u>Гидроклапаны предохранительные</u>		
	<u>ГОСТ ...</u>		
КП1	Клапан 10-100-1к-11	1	
КП2...КП4	Клапан 10-320-1к-11	3	

Рис. 13.6. Пример заполнения перечня элементов

указывать наименование элементов в графе «Наименование» в виде общего наименования (заголовка);

вводить в общее наименование (заголовок) обозначения документов, на основании которых эти элементы применены (рис. 13.6).

Если позиционные обозначения присвоены элементам в пределах устройств (см. рис. 13.5) или в изделии входят одинаковые функциональные группы, то элементы, относящиеся к устройствам и функциональным группам, записывают в перечень отдельно, начиная с заголовка устройства или функциональной группы в графе «Наименование». Заголовок подчеркивают. Если в изделии имеется несколько одинаковых устройств или функциональных групп, то в перечне указывают количество элементов, входящих только в одно устройство (функциональную группу). Общее количество одинаковых устройств (функциональных групп) проставляют в графе «Кол.» на одной строке с заголовком (см. рис. 13.6).

Если на схеме имеются функциональные группы, то позиционные обозначения функциональных групп образуют из букв и цифр, указывающих в сокращенной форме функциональное назначение, например: ПДС — привод движения стола, ПУУ4 — пневматическое устройство управления с четырьмя выходами. Расшифровку обозначения приводят в технических требованиях.

Одинаковым функциональным группам (имеющим одинаковые принципиальные схемы) следует присваивать одно и то же условное обозначение. Допускается включать в условные обозначения одинаковых функциональных групп порядковые номера, отделяя их от основного обозначения точкой, например: ПДС.1; ПДС.2 или ПУУ4.1; ПУУ4.2. При наличии в изделии нескольких одинаковых функциональных групп позиционные обозначения элементов, присвоенные в одной из этих групп, следует повторить во всех последующих группах (рис. 13.7).

Если в устройство входят элементы, не являющиеся самостоятельными конструкциями, то допускается присваивать этим элементам условные позиционные обозначения, которые состоят из позиционного обозначения устройства и условного порядкового номера, разделенного точкой. При этом условные позиционные обозначения в перечне элементов не приводят (рис. 13.8).

На схеме следует указать обозначения выводов элементов (устройств), нанесенные на изделие или приведенные в документации. Если в конструкции элемента (устройства) и в его документации не даны обозначения выводов, то допускается условно присваивать им обозначения на схеме, повторяя их в дальнейшем в соответствующих конструкторских документах. При условном присвоении обозначений выводов на поле схемы помещают соответствующее пояснение. При изображении на схеме нескольких одинаковых элементов (устройств) разрешается записывать обозначения выводов на одном из них.

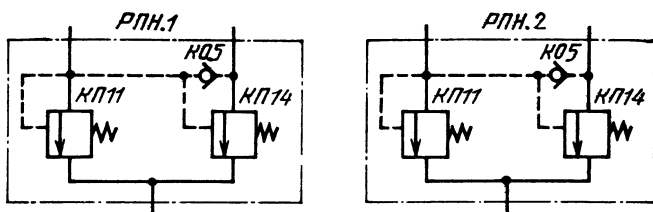


Рис. 13.7. Простановка условных позиционных обозначений при наличии одинаковых функциональных групп

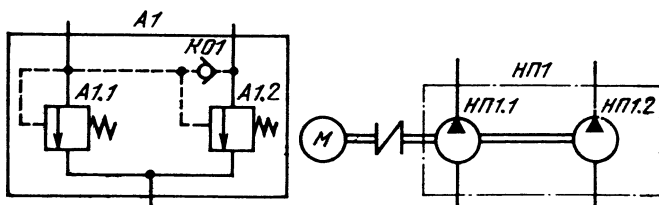


Рис. 13.8. Простановка условных позиционных обозначений элементов, не являющихся самостоятельными конструкциями

На схеме около условных графических обозначений элементов, требующих пояснения в условиях эксплуатации, помещают соответствующие надписи, знаки или графические обозначения. Надписи, знаки или графические обозначения, предназначенные для нанесения на изделие, на схеме заключают в кавычки (см. рис. 13.3).

На схеме допускается указывать параметры потоков в линиях связи (давление, подачу, расход и т.п.), а также параметры, подлежащие измерению на контрольных отводах.

Если изделие заведомо предназначено для работы только в определенном изделии (установке), то на схему выносят адреса внешних соединений линий связи. В адресе записывают позиционные обозначения элементов и устройств, а также обозначения выводов. Перед обозначением элементов ставят знак «тире», а перед обозначением выводов — «двоеточие» (см. табл. 11.3). Например, линия связи должна быть соединена со вторым выводом третьего клапана устройства А5 (А5—КП3:2); линия связи должна быть соединена с третьим выводом пятого клапана (— КП5:3). Допускается записывать адрес в общем виде, если будет обеспечена однозначность присоединения, например: «Устройство А5».

Параметры потоков в линиях связи, а также адреса их внешних соединений сводят в таблицы, помещаемые у обрывов линий связи (рис. 13.9). Порядок расположения линий связи в таблице определяется удобством построения схемы. При наличии на схеме нескольких таблиц разрешается приводить головку таблицы только в одной из них. При не-

	Параметры потока	Адрес
21	$Q=0,3 \text{ дм}^3/\text{с}; P=5 \text{ МПа}$	A5-KПЗ:1
32	$Q=0,3 \text{ дм}^3/\text{с}; P=2 \text{ МПа}$	A5-KПЗ:2
33	$Q=0,58 \text{ дм}^3/\text{с}; P=32 \text{ МПа}$	A7-KП1:1
34	$Q=0,58 \text{ дм}^3/\text{с}; P=3 \text{ МПа}$	A7-KП1:2

Рис. 13.9. Информация, помещаемая у обрыва линий связи

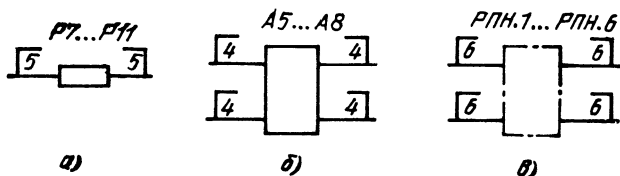
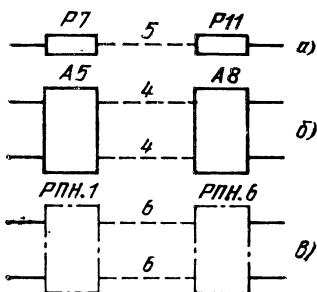


Рис. 13.10. Изображение параллельно соединенных между собой:
а — элементов; б — устройств; в — функциональных групп

обходимости можно вводить в таблицу дополнительные графы. Если в изделие входит несколько одинаковых элементов, устройств или функциональных групп, соединенных параллельно, допускается вместо изображения всех ветвей параллельного соединения изображать только одну ветвь, указывая количество ветвей с помощью обозначения отвления. Около графических обозначений элементов, устройств или функциональных групп, изображенных в одной ветви, для элементов или устройств проставляют их позиционные обозначения, а для функциональных групп — их обозначения. При этом должны быть учтены все элементы, устройства или функциональные группы, входящие в это параллельное соединение (рис. 13.10). Элементы в этом случае записывают в перечень в одну строку.

При наличии в изделии трех и более одинаковых элементов, устройств или функциональных групп, соединенных последовательно, допускается вместо изображения всех последовательно соединенных элементов, устройств или функциональных групп изображать только первый и последний элементы (устройства или функциональные группы), показывая гидравлические (пневматические) связи между ними штриховыми линиями. При присвоении элементам или устройствам позиционных обозначений, а функциональным группам — обозначений должны быть учтены элементы, устройства или функциональные группы, не изображенные на схеме (рис. 13.11). Над штриховой линией при этом указывают общее количество одинаковых элементов. Элементы в этом случае записывают в перечень в одну строку.

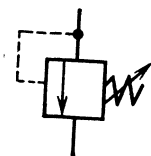
Если параллельное или последовательное соединение осуществлено для получения определенного значения параметра, то в перечне элементов в графе «Примечание» помещают общий (суммарный) параметр элементов, например: расход $Q = 0,71 \text{ дм}^3/\text{с}$ [$(Q_1 + Q_2) = (0,58 + 0,13) = 0,71$].



←

Рис. 13.11. Изображение последовательно соединенных:
а — элементов; *б* — устройств; *в* — функциональных групп

Рис. 13.12. Нанесение знака регулирования на условное графическое обозначение



При проектировании изделия, в которое входит несколько разных устройств, на каждое устройство рекомендуется выполнять самостоятельную принципиальную схему.

Если в состав изделия входит несколько одинаковых устройств, имеющих самостоятельные принципиальные схемы, то эти устройства изображают в виде прямоугольников или условных графических обозначений, присваивают им позиционные обозначения и записывают в перечень элементов одной позицией. Если устройство изображают в виде прямоугольника, то его схему приводят на свободном поле схемы изделия (а не в прямоугольнике) с соответствующей надписью, например: «Схема распределительных панелей А1 ... А5». При изображении устройства в виде прямоугольника допускается в прямоугольник ввести таблицы с параметрами потоков линий связи, соединенных с этим устройством.

Если в изделие входят несколько устройств, не имеющих самостоятельных принципиальных схем или одинаковых функциональных групп, то на схеме изделия допускается не повторять схем этих устройств или функциональных групп. При этом устройство или функциональную группу изображают в виде прямоугольника, а схему помещают внутри одного из прямоугольников или на поле схемы с соответствующей надписью в каждом из прямоугольников, например: «Схема распределительной панели АБВГ. ХХХХХХ.156».

Если принципиальная схема выполнена на нескольких листах, то:

при простановке позиционных обозначений соблюдают сквозную нумерацию в пределах изделия (установки);

перечень элементов должен быть общим;

при повторном изображении отдельных элементов на других листах схемы сохраняют преемственность в позиционных обозначениях.

При разработке на одно изделие нескольких самостоятельных схем, например, гидравлической принципиальной, пневматической принципиальной, выполняют следующие требования:

при присвоении элементам позиционных обозначений соблюдают сквозную нумерацию в пределах изделия;

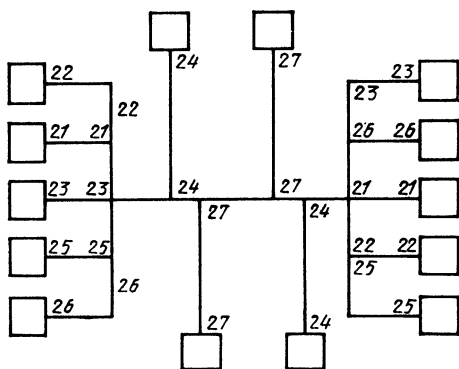


Рис. 13.13. Условное обозначение линий связи

в каждой схеме должен быть перечень только тех элементов, позиционные обозначения которым присвоены на схеме;

допускается повторно изображать отдельные элементы на нескольких схемах, сохраняя за ними позиционные обозначения, присвоенные им на одной из схем. В этом случае на схемах помещают указания по типу: «*Элементы, изображенные на схеме и не включенные в перечень элементов, см. АБВГ ...*» или «*Гидроклапаны К1 и К5, см. АБВГ ...*» (см. рис. 13.3., 13.4).

При необходимости на условные графические обозначения элементов и устройств наносят изображения знаков регулирования (рис. 13.12).

Для отличия линий связи различного назначения допускается применять цифровые обозначения в разрывах линии связи или линии разного начертания с обязательной расшифровкой на поле схемы. Линиям связи присваивают порядковые номера, начиная с единицы, по направлению потока рабочей среды. Номера линий связи проставляют около обоих концов изображений. Если линии связи большой длины, то номера проставляют через промежутки, определяемые удобством пользования схемой. Дренажным линиям связи порядковые номера присваивают после номеров всех линий связи.

Для упрощения начертания схемы допускается показывать одной линией несколько гидравлически (пневматически) не связанных линий связи элементов, удаленных друг от друга. При подходе к элементам или устройствам каждую линию связи необходимо изображать отдельной линией. При слиянии линий связи каждую линию помечают в месте слияния, а при необходимости — на обоих концах условными цифровыми обозначениями (рис. 13.13).

При сокращении длины линий слива и дренажа баки повторно вводят около соответствующего элемента; при сокращении длины линий нагнетания источник питания не показывают, а около соответствующего элемента или устройства показывают подвод рабочей среды (рис. 13.4).

13.3. Схемы соединений

На схеме соединений изображают все гидравлические и пневматические элементы и устройства, входящие в состав изделия, а также трубопроводы и элементы соединений трубопроводов. Примеры оформления схем приведены на рис. 13.14, 13.15. Элементы и устройства пред-

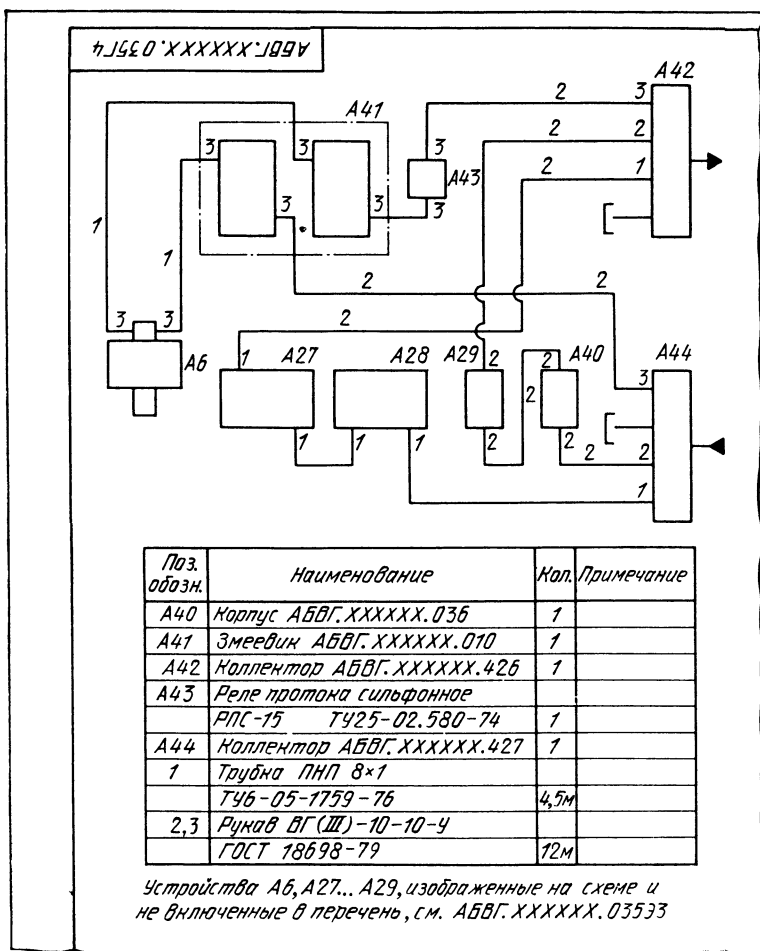


Рис. 13.14. Схема гидравлическая соединений

ставляют в виде упрощенных внешних очертаний или в виде прямоугольников. Соединения трубопроводов приводят в виде условных графических обозначений. Трубопроводы показывают сплошными основными линиями.

Расположение графических обозначений элементов и устройств на схеме должно примерно соответствовать действительному размещению элементов и устройств в изделии. Если схему выполняют на нескольких листах или размещение элементов и устройств на месте эксплуатации неизвестно, то на схеме допускается не изображать расположение элементов и устройств в изделии.

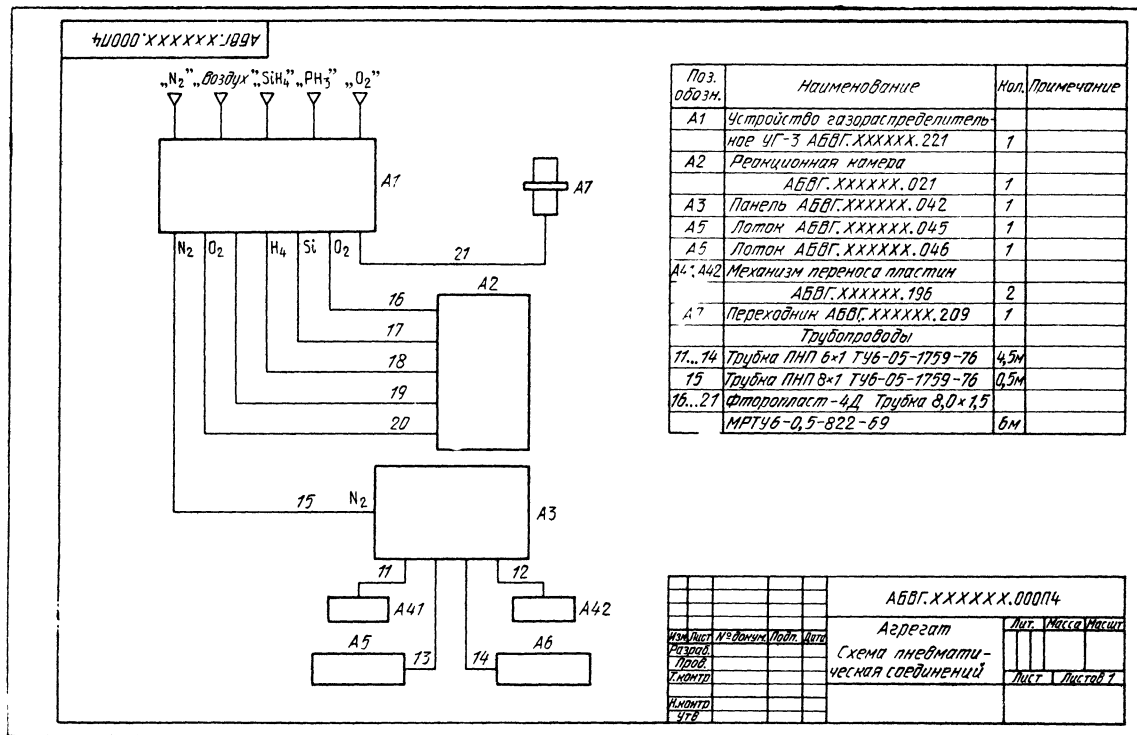


Рис. 13.15. Схема пневматическая соединений

На схеме около графических обозначений элементов и устройств указывают позиционные обозначения, присвоенные им на принципиальной схеме. Около (или внутри) графического обозначения устройства и около графического обозначения элемента указывают его наименование, тип и (или) обозначение документа, на основании которого устройство применено, номинальные значения основных параметров (давление, подачу, расход и т.п.).

На схеме около условных графических обозначений элементов, требующих пояснения в условиях эксплуатации, помещают соответствующие надписи, знаки или графические обозначения. Надписи, знаки или графические обозначения, предназначенные для нанесения на изделие, на схеме заключают в кавычки. Если на изделие должна быть нанесена надпись в кавычках, то на поле схемы приводят соответствующее указание, например: *Надписи выполнять краской ЧМ, черный, ТУ—29-02-859—76. Шрифт 4 по НО. 010.007*».

При отсутствии принципиальной схемы изделия на схеме соединений проставляют позиционные обозначения элементам и устройствам, а также элементам, не вошедшим в принципиальные схемы составных частей изделия (трубопроводы, соединения трубопроводов и т.п.), по правилам, установленным для принципиальных схем.

На схеме следует указывать обозначения выводов (соединений) элементов (устройств), нанесенные на изделие или установленные в их документации. Если в конструкции элемента (устройства) и в его документации не указаны обозначения выводов (соединений), то допускается условно присваивать им обозначения на схеме, повторяя их в дальнейшем в соответствующих конструкторских документах. При этом на поле схемы помещают соответствующее пояснение. При изображении на схеме нескольких одинаковых элементов (устройств) разрешается указывать обозначения выводов (соединений) на одном из них.

Для упрощения начертания схемы допускается совмещать в одну линию отдельные трубопроводы, идущие на схеме в одном направлении. При подходе к выходам элементов (устройств) каждый трубопровод изображают отдельной линией.

Отдельные линии, изображающие трубопроводы или группы трубопроводов, допускается не проводить или обрывать их около мест присоединения, если их изображение затрудняет чтение схемы. В этих случаях на схеме около мест присоединения трубопроводов (рис. 13.16) или в таблице около элементов и устройств (рис. 13.17) помещают сведения в объеме, достаточном для обеспечения однозначного соединения трубопроводов.

Трубопроводам должны быть присвоены цифровые позиционные обозначения в пределах изделия. Если изделие, на которое составляют схему, входит в комплекс, то обозначения присваивают трубопроводам в пределах всего комплекса.

Если на принципиальной схеме линиям связи присвоены обозначения, то всем трубопроводам присваивают те же обозначения. Позици-

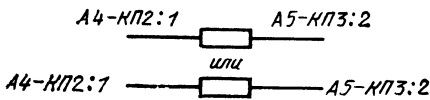


Рис. 13.16. Обрыв линий трубопроводов

Гидропанель АБВГ.ХХХХХХХ.003	Вывод	Поз. обозначение	Адрес
	1	22	А5-КП3:1
	2	23	А5-КП3:2
	3	24	А7-КП1:1
	4	25	А7-КП1:2

Рис. 13.17. Оформление таблицы с адресами трубопроводов

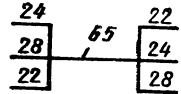


Рис. 13.18. Обозначение групп трубопроводов

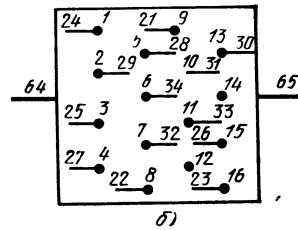
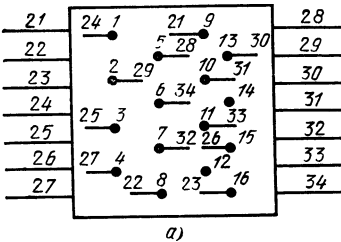


Рис. 13.19. Обозначение трубопроводов (а) и групп трубопроводов (б)

онные обозначения трубопроводов на схеме проставляют, как правило около обоих концов изображений.

Группам трубопроводов назначают порядковые номера после номеров на отдельные трубопроводы. Номера групп трубопроводов проставляют около линий-выносок (рис. 13.18). При изображении на схеме трубопроводов большой длины номера проставляют через промежутки, определяемые удобством пользования схемой. Линии, изображающие трубопроводы или группы трубопроводов, допускается доводить только до контура графического обозначения элемента (устройства), не показывая их присоединения. У мест присоединения трубопроводов (около выводов) показывают концы линий, изображающих трубопроводы, и обозначают их. Концы линий направляют в сторону соответствующих трубопроводов (рис. 13.19). В перечне элементов для трубопроводов должны быть указаны сортамент и материал труб (см. рис. 13.14, 13.15). Допускается приводить данные о трубопроводах около линий, изображающих трубопроводы.

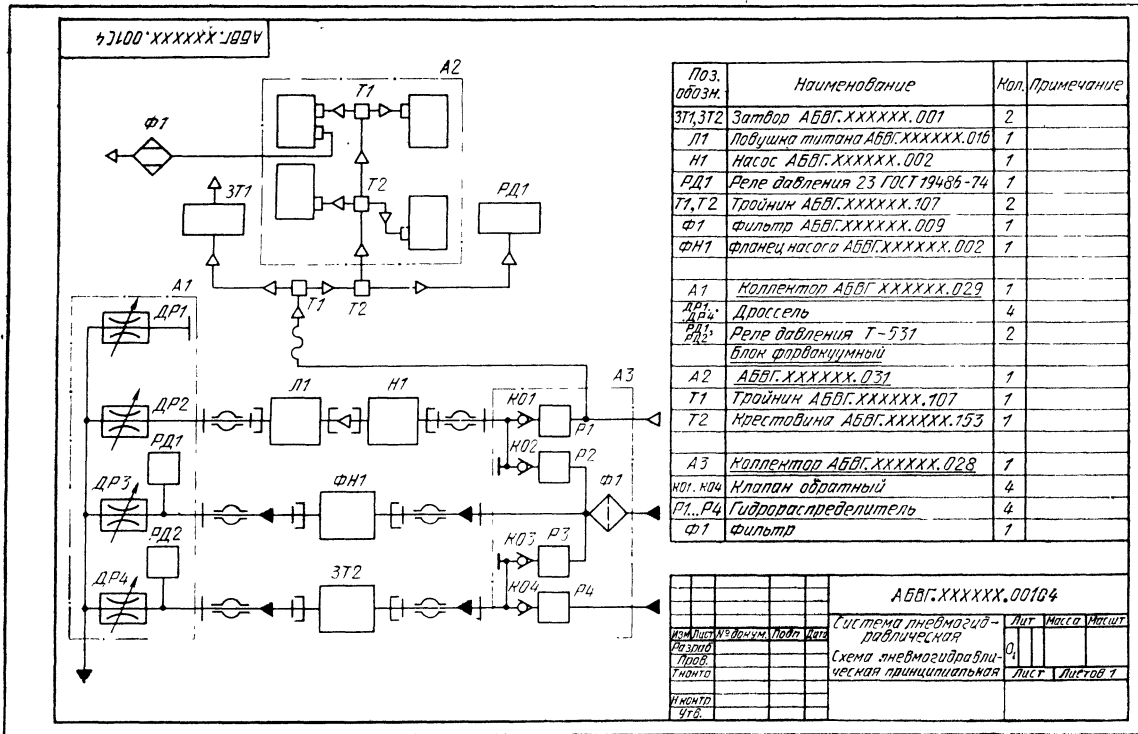
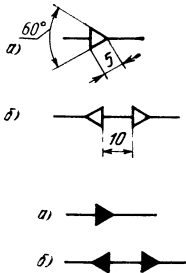
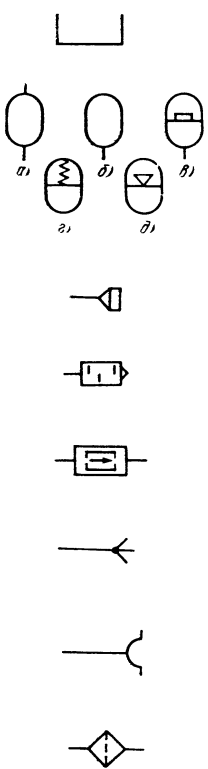
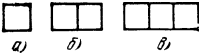


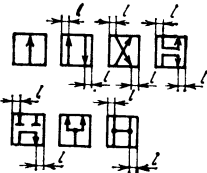

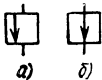
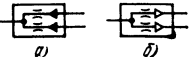
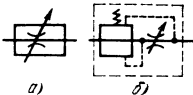





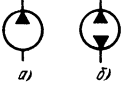
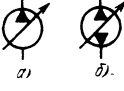


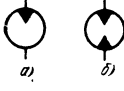


Рис. 13.20. Схема пневмогидравлическая принципиальная

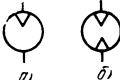




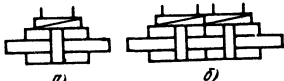


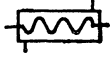
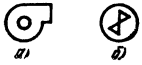
Условные графические обозначения в пневматических и гидравлических схемах


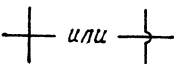
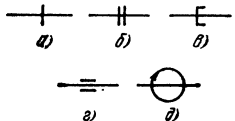
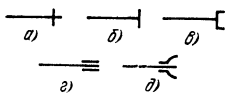
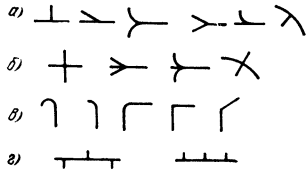
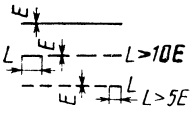
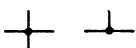

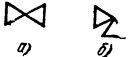
Обозначение	Наименование	ГОСТ
	<p align="center">Общие элементы</p> <p>Поток газа (воздуха):</p> <p>а) в одном направлении (например, вправо)</p> <p>б) в обоих направлениях</p> <hr/> <p>Поток жидкости:</p> <p>а) в одном направлении (например, вправо)</p> <p>б) в обоих направлениях</p>	2.721—74
	<p>Бак под атмосферным давлением</p> <hr/> <p>Аккумулятор гидравлический или пневматический:</p> <p>а) общее обозначение</p> <p>б) гидравлический (без указания принципа действия)</p> <p>в) грузовой гидравлический</p> <p>г) пружинный гидравлический</p> <p>д) пневмогидравлический</p> <hr/> <p>Заливная горловина, воронка, заправочный штуцер и т. п.</p> <hr/> <p>Глушитель шума</p> <hr/> <p>Гаситель гидравлического удара</p> <hr/> <p>Форсунка</p> <hr/> <p>Заборник воздуха из атмосферы</p>	2.780—68
	Фильтр полноточный	2.793—79


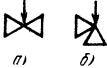
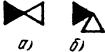





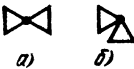
Обозначение	Наименование	ГОСТ
	<p>Аппаратура распределительная</p> <p>Рабочая позиция подвижного элемента:</p> <p>а) одна позиция б) две позиции в) три позиции</p>	
	<p>Промежуточные положения (штриховые линии) и рабочие позиции подвижного элемента</p>	
	<p>Распределитель непрерывного действия с тремя характерными позициями</p>	
	<p>Проходы (каналы), показывающие направления потоков рабочей среды в распределителе</p>	
	<p>Закрытый ход в позиции распределителя</p>	
	<p>Аппаратура регулирующая</p> <p>Регулирующий орган:</p> <p>а) нормально закрытый б) нормально открытый</p>	
	<p>Делители потока, например:</p> <p>а) гидравлический на два потока б) пневматический на два потока</p>	
	<p>Регуляторы потока:</p> <p>а) дроссель б) дроссель с регулятором давления</p>	
	<p>Клапан обратный</p>	

2.781—68

Обозначение	Наименование	ГОСТ
	Клапан с логической функцией ИЛИ	
	Клапан с логической функцией И	
	Насос с постоянной производительностью: а) с одним направлением потока б) с двумя направлениями потока	
	Насос с регулируемой производительностью: а) с одним направлением потока б) с двумя направлениями потока	
	Компрессор	
	Гидромотор, общее обозначение	2.782—68
	Гидромотор нерегулируемый: а) с одним направлением потока б) с двумя направлениями потока	
	Гидромотор регулируемый: а) с одним направлением потока б) с двумя направлениями потока	
	Пневмомотор, общее обозначение	

Обозначение	Наименование	ГОСТ
	<p>Пневмомотор нерегулируемый: а) с одним направлением потока б) с двумя направлениями потока</p>	
	<p>Пневмомотор регулируемый: а) с одним направлением потока б) с двумя направлениями потока</p>	
	<p>Насос-мотор нерегулируемый: а) при одном и том же направлении потока б) с реверсивным направлением потока в) при любом направлении потока</p>	
	<p>Насос-мотор регулируемый: а) при одном и том же направлении потока б) с реверсивным направлением потока в) при любом направлении потока</p>	2.782—68
	<p>Пневмогидравлический преобразователь с разделителем</p>	
	<p>Гидроусилитель (бустер): а) однокамерный б) двухкамерный</p>	
	<p>Насос ручной</p>	
	<p>Насос шестеренный</p>	
	<p>Насос винтовой</p>	
	<p>Вентилятор: а) центробежный б) осевой</p>	

Обозначение	Наименование	ГОСТ
	<p>Насос постоянной производительности с приводом от двигателя внутреннего сгорания</p>	
	<p>Пересечение трубопроводов, линий связи (без соединения)</p>	
	<p>Соединение элементов трубопроводов разъемное: а) общее обозначение б) фланцевое в) штуцерное резьбовое г) муфтовое резьбовое д) шарнирное однолинейное</p>	
	<p>Конец трубопровода под разъемное соединение: а) общее назначение б) фланцевое в) штуцерное резьбовое г) муфтовое резьбовое д) муфтовое эластичное</p>	
	<p>Детали соединений трубопроводов: а) тройники различные б) крестовины различные в) колена, отводы с различными углами г) разветвитель, коллектор, гребенка</p>	2.784—70
	<p>Трубопроводы, линии связи: всасывания, напора, слива управления дренажные (отвод утечек)</p>	
	<p>Соединения трубопроводов, линий связи</p>	
	<p>Подвод воздуха (газа) под давлением (без указания источника питания)</p>	
	<p>Вентиль (клапан запорный): а) проходной б) угловой</p>	2.785—70

Обозначение	Наименование	ГОСТ
	Вентиль (клапан) трехходовой	
	Вентиль, клапан регулирующий а) проходной б) угловой	
	Клапан обратный (клапан невозвратный): а) проходной б) угловой Примечание: Движение рабочей среды через клапан должно быть направлено от светлого треугольника к черному	
	Клапан дроссельный	
	Клапан редукционный (вершина треугольника должна быть направлена в сторону повышения давления)	2.785—70
	Клапан воздушный автоматический (вантуз)	
	Задвижка	
	Затвор поворотный	
	Кран: а) проходной б) угловой	

13.4. Комбинированные схемы. Вакуумные схемы. Условные графические обозначения в пневматических и гидравлических схемах

Комбинированные (пневмогидравлические) схемы выполняют согласно вышеизложенным правилам (рис. 13.20).

Элементам одного вида схемы присваивают позиционные обозначения, сквозные в пределах схемы. Для различия одинакового написания их следует подчеркивать, начиная с элементов, относящихся ко второй по виду схеме, указанной в наименовании. Эти правила относятся к устройствам и функциональным группам. Например, в схеме электрогидравлической принципиальной подчеркивают одной чертой устройства и функциональные группы гидравлики.

Правила выполнения **вакуумных схем** устанавливает ГОСТ 2.797—81 (СТ СЭВ 2517—80). Для вакуумных установок разрабатывают одну или несколько типов схем: структурную, принципиальную, соединений. Их оформление аналогично оформлению электрических схем соответствующих типов.

В табл. 13.2 приведены наиболее употребляемые графические обозначения для пневматических и гидравлических схем. Размеры обозначений, кроме указанных в таблице, стандартами не оговариваются.

Создаются новые аппараты для связи устройств ЧПУ и микропроцессорных устройств с гидроприводом, в том числе дросселирующие гидрораспределители, аппараты пропорционального управления, ротационные и линейные электрогидравлические следящие приводы. Повышенной надежностью отличаются электрогидравлические приводы с импульсным входным воздействием. В пневмогидравлические устройства включаются электрические индикаторы, датчики и др. Для комплектной постановки вновь создаваемых гидроприводов ставятся задачи разработки и освоения серийного производства электронных систем управления с импульсным выходом. Очевидно, что в ближайшее время будут созданы комбинированные гидравлические и пневматические схемы, включающие ЭРЭ.

Приложение I.

Краткие сведения о графическом пакете «Эпиграф»

«Эпиграф» — пакет подпрограмм (п/п) автоматизации инженерно-графических работ и геометрического моделирования на плоскости [4]. Пакет является составной частью программного комплекса — системы обеспечения автоматизированного ввода и хранения в ЭВМ, редактирования графической информации и вывода ее на графические устройства вывода. Система реализована на базе технических средств СМ ЭВМ в операционной системе ОС РВ.

Пакет п/п представляет собой средство расширения языка программирования Фортран геометрическими переменными и операциями над ними. Понятие **геометрическая переменная** весьма условно, поскольку это обычная целая переменная Фортрана, значение которой определяет адрес размещения структуры данных

геометрических объектов (ГО) в так называемой рабочей области, которая реализована в виде файла с прямым доступом на диске.

Обычные операторы Фортрана (арифметические выражения, операторы присваивания, циклы, операторы условной и безусловной передачи управления и др.) и геометрические операторы могут произвольно чередоваться друг с другом.

В состав пакета включены п/п, реализующие следующие основные возможности:

- создание моделей ГО путем описания произвольных плоских изображений с помощью графических примитивов;
- получение иерархически организованных структур графических данных путем объединения нескольких ГО в геометрические комплексы (ГК);
- выполнение операций переноса, поворота, масштабирования, получения симметричных графических изображений (ГИ), а также логических преобразований;

- штриховку областей, ограниченных замкнутым контуром;

- формирование размеров;

- выполнение геометрических вычислений;

- архивацию и восстановление ГО из архива.

Выполнение всех перечисленных функций осуществляется посредством обращений к соответствующим п/п. Операторы создания геометрических переменных и операций представляют собой либо операторы присваивания, либо операторы обращения к п/п, принятые в языке Фортран. Оператор описания графического изображения геометрического объекта, например точки, выглядит следующим образом:

$$IP = \underbrace{IPNTXY}_{\text{имя геометрической переменной}} (\underbrace{X, Y}_{\text{список параметров}})$$

Определяется целая геометрическая переменная с именем IP (I — INTEGER (целая), P — POINT (точка) — точка с координатами X, Y (координаты заданы в списке параметров). Эти сведения нашли отражение в имени подпрограммы-функции IPNTXY (I — INTEGER, PNT — сокращение слова POINT, XY — способ задания ГО: задано координатами X, Y). В результате выполнения данного оператора в рабочей области будет создана структура данных, описывающая точку с координатами X, Y, а переменная IP получит значение, определяющее местоположение этой структуры в рабочей области. Примером геометрического оператора обращения может служить оператор перемещения ГО на определенное расстояние, заданное вектором. Оператор

CALL FMOVE (IGO, SX, SY)

осуществляет перенос ГО IGO на вектор, заданный дискретными величинами (SX, SY).

Графические изображения строятся из графических примитивов: точка, отрезок (прямая), окружность, дуга окружности, ломаная, текст. Все они (за исключением точки) могут быть ориентированными. Например, ориентация окружности задается знаком радиуса — положительное значение радиуса означает ориентацию по часовой стрелке, то же — для дуги.

Примитивы представляются в ЭВМ математической моделью в виде структуры данных — набора канонических параметров (табл. ПИ.1). С помощью п/п IGET и FGET можно получить информацию о канонических параметрах ГО, а также о ГО, который они представляют:

$N = IGET (IGO, AR (I))$ — считывает все канонические параметры IGO, помещает их в массив AR (I) и определяет их количество N. По количеству параметров можно определить тип IGO: точка — два параметра, окружность — три и т.д.;

$CALL FGET (IGO, AR (I))$ — считывает канонические параметры и помещает в массив AR (I).

Канонические параметры графических примитивов

Графический примитив	Канонический параметр								Значение параметров	
	X	Y								
Точка	X	Y								X, Y — координаты точки
Отрезок (прямая)	XN	YN	XK	YK						XN, YN, XK, YK — координаты двух точек на прямой
Окружность	XC	YC	R							XC, YC — координаты центра окружности; R — радиус окружности
Дуга окружности	XC	YC	R	XN	YN	XK	YK			XC, YC, R — параметры окружности; XN, YN, XK, YK — координаты начальной и конечной вершин дуги
Ломаная	X1	Y1			XN	YN	X1, Y1, ..., XN, YN — координаты вершин ломаной
Текст	X0	Y0	X	Y	H	W	S	TEXT		X0, Y0 — координаты опорной точки строки текста (левая нижняя точка); X, Y — координаты конечной точки вектора, исходящего из точки с координатами X0, Y0; H, W — высота и ширина символов; S — расстояние между символами; TEXT — литерал, либо массив, содержащий строку символов

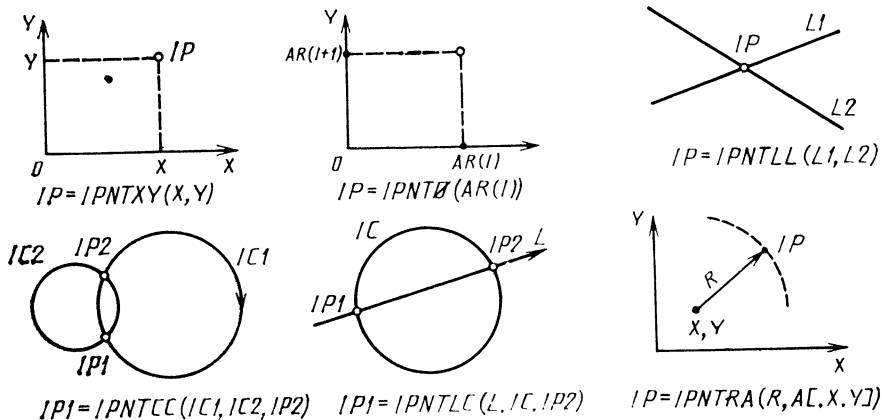


Рис. П1.1. Примеры операторов определения точек

Ниже приведены примеры описания графических примитивов.

Операторы определения точки (рис. П1.1):

$IP = IPNTLL(L1, L2)$ — определяет точку пересечения прямых $L1$ и $L2$;

$IP = IPNTØ(AR(I))$ — определяет точку с координатами X, Y , значения которых содержатся в первых двух элементах массива $AR(I)$. Принято имя п/п, использующей массив, заканчивать $Ø$ (например, $IPNTØ$);

$IP1 = IPNTLC(L, IC, IP2)$ — определяет точки $IP1, IP2$ (одним оператором определяются две точки, здесь $IP2$ — выходной параметр) пересечения окружности IC с ориентированной прямой L . Точка $IP1$ — первая точка встречи L и IC ;

$IP1 = IPNTCC(IC1, IC2, IP2)$ — определяет точки $IP1, IP2$ пересечения двух окружностей, одна из которых ориентирована. В этом случае также определяются две точки ($IP2$ — выходной параметр): $IP1$ — точка входа ориентированной окружности $IC1$ в окружность $IC2$; $IP2$ — точка выхода;

$IP = IPNTRA(R, A [X, Y])$ — точка IP задается радиусом-вектором R и углом A (в градусах). Если не указаны необязательные параметры X и Y , их значение приравнивается нулю.

Многообразие операторов определения одного и того же графического примитива позволяет при описании ГО подобрать наиболее подходящие. Например, при составлении программы для ГО, представленного на рис. П1.2, определение точек с помощью которых формируется ГО, целесообразно осуществить с использованием следующих операторов:

$IP1 = IPNTXY(X, Y)$

$IP2 = IPNTLL(L1, L2)$

$IP4 = IPNTLC(L2, IC, IP3)$.

Операторы определения отрезков прямых (рис. П1.3):

$IL = ILINXY(X1, Y1, X2, Y2)$ — определяет отрезок (прямую) ограниченный двумя точками с координатами X, Y (прямая проходит через две точки с координатами X, Y). При этом точки не должны совпадать;

$IL = ILINØ(AR(I))$ — аналогичен предыдущему. Здесь $AR(I)$ — массив из четырех элементов, содержащий координаты двух точек, принадлежащих отрезку (прямой);

$IL = ILINPP(IP1, IP2)$ — прямая задается координатами X, Y двух точек, являющихся первыми двумя параметрами канонического представления любого графического примитива (см. табл. П1.1); в списке параметров указывают имена геометрических переменных, представляющих эти примитивы. Например, ес-

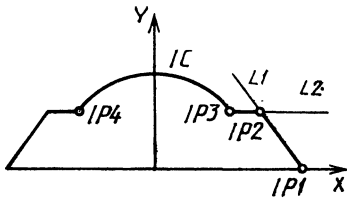


Рис. П1.2. Графическая иллюстрация, поясняющая выбор операторов определения точек

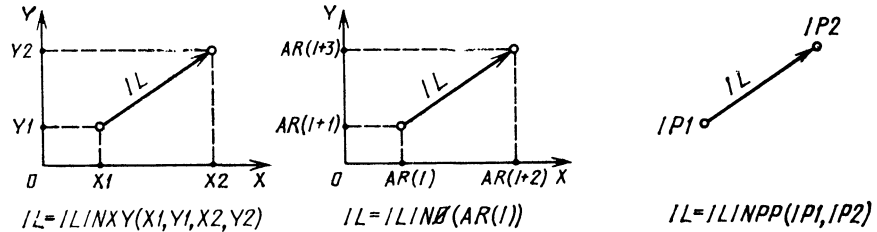


Рис. П1.3. Примеры операторов определения отрезков прямых

ли в списке параметров будут указаны геометрические переменные IC и IPLN, определяющие окружность и ломаную, то при работе оператора построения прямой будут использованы в качестве координат точек для задания первой точки — координаты центра окружности IC — XC, YC (первые два параметра канонического представления окружности (см. табл. П1.1)), для задания второй точки — координаты первой точки ломаной — IPLN (первые два параметра канонического представления ломаной). Например, если необходимо построить отрезок, соединяющий центры двух окружностей, достаточно в списке параметров указать имена геометрических переменных, определяющих эти окружности:

$$IC = ILINPP(IC1, IC2).$$

Такой подход будет встречаться во многих операторах определения графических примитивов.

Следует заметить, что различия в операторах задания отрезка и прямой в каноническом их представлении не существует. Она проявляется лишь в различном их применении в п/п «Эпиграфа». Например, если необходимо определить точку пересечения двух прямых L1 и L2 (рис. П1.4, а), отрезки интерпретируются как прямые (пересекаются их продолжения), а в треугольнике (рис. П1.4.б) — это отрезки.

Операторы определения окружностей (рис. П1.5):

$IC = ICIRXY(XC, YC, \pm R)$ — окружность задана координатами ее центра и радиусом. Знак радиуса определяет ориентацию окружности: положительной принята ориентация по часовой стрелке;

$IC = ICIR0(AR(I))$ — аналогичен предыдущему. Здесь параметры XC, YC, R передаются через массив из трех элементов;

$IC = ICIRPR(IP, \pm R)$ — в качестве первого параметра в списке параметров может быть указан любой графический примитив (в примере — точка, координаты которой будут использованы для задания центра определяемой окружности).

Операторы определения дуг окружностей (рис. П1.6):

$IA = IARCXY(XC, YC, \pm R, XN, YN, XK, YK)$ — дуга окружности задана центром в точке с координатами XC, YC, радиусом R, координатами начальной и конечной точек дуги. Знак радиуса определяет ориентацию дуги аналогично окружности;

$IA = IARC0(AR(I))$ — аналогичен предыдущему. Здесь — семь параметров дуги, перечисленных в последовательности предыдущего оператора, передаются через массив AR(I);

$IA = IARC3P(IPN, IPS, IPK)$ — дуга задана тремя ее точками (начальной, средней и конечной). В качестве параметров здесь могут быть использованы любые графические примитивы;

Рис. П1.4. Интерпретация отрезков

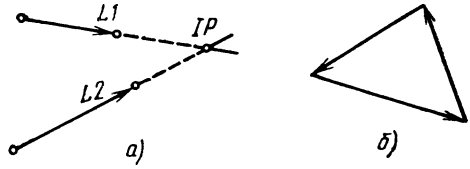
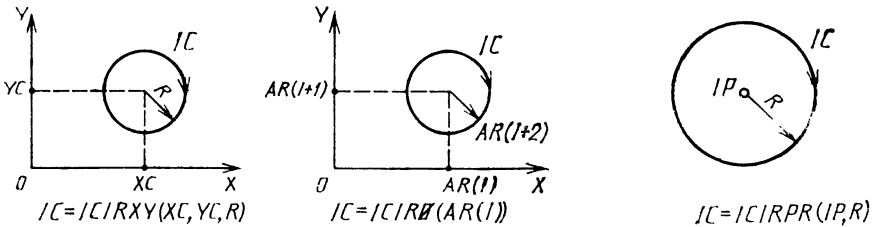


Рис. П1.5. Примеры операторов определения окружностей



$IA = IARCPR(IPC, \pm R, IPN, IPK)$ — дуга задана точкой — центром окружности, радиусом, а также начальной и конечной точками дуги (в качестве параметров (кроме радиуса) могут быть использованы любые графические примитивы).

Операторы определения ломаной (рис. П1.7):

$IPL = IPLNXY(X1, Y1, X2, Y2, \dots, XN, YN)$ — ломаная с координатами X, Y ее вершин. Максимальное число параметров 200;

$IPL = IPLN0(N, AR(I))$ — аналогичен предыдущему. Здесь координаты X, Y вершин ломаной передаются через массив $AR(I)$, N — число передаваемых координат (обязательно четное);

$IPL = IPLNPP(IP1, IP2, \dots, IPN)$ — ломаная задается геометрическими переменными, определяющими точки. В качестве параметров могут быть использованы любые графические примитивы.

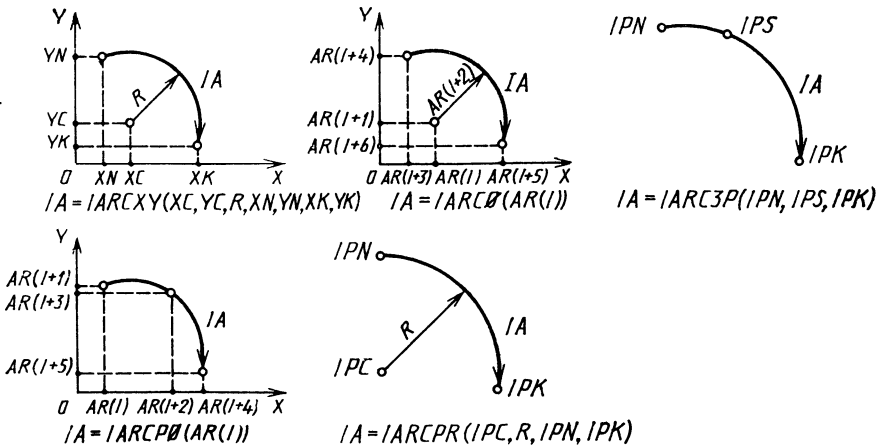
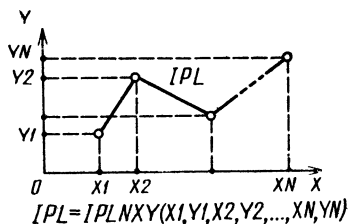
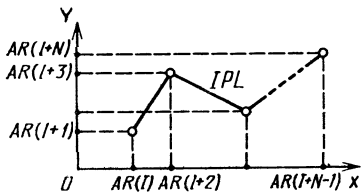


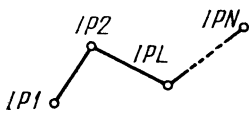
Рис. П1.6. Примеры операторов определения дуг



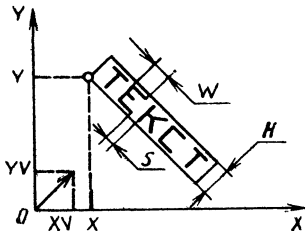
$IPL = IPLNXY(X1, Y1, X2, Y2, \dots, XN, YN)$



$IPL = IPLN\emptyset(N, AR(I))$



$IPL = IPLNPP(IP1, IP2, \dots, IPN)$



$CALL\ SETHWS(H, W, S)$
 $CALL\ SETVEC(XV, YV)$
 $IT = ITXT(X, Y, TEXT)$

Рис. П1.8. Операторы формирования текста

Рис. П1.7. Примеры операторов определения ломаных

Операторы задания текста (рис. П1.8):

$IT = ITXT(X, Y, TEXT)$ — задаются X, Y — координаты опорной точки строки текста (левая нижняя точка); $TEXT$ — литерал либо массив, содержащий строку символов. Например:

$IT := ITXT(10., 30, 'ЧИСЛО')$.

По умолчанию текст располагается горизонтально, имеет размер шрифта 3.5. Размер шрифта задается оператором

$CALL\ SETHWS(H, W, S),$

где H, W — высота и ширина символов; S — расстояние между символами. Наклон текста определяется оператором

$CALL\ SETVEC(SX, SY),$

который задает положение вектора, перпендикулярного линии наклона текста; SX, SY — дискретные величины, определяющие вектор.

При задании требований к написанию текста с любым наклоном (кроме горизонтального) и любого размера (кроме шрифта 2.5) операторы должны быть записаны в последовательности:

$CALL\ SETHWS(H, W, S)$
 $CALL\ SETVEC(SX, SY)$
 $IT = ITXT(X, Y, TEXT).$

Всем графическим примитивам при их создании присваивается два атрибута: тип линии и слой. Эти атрибуты используются программами вывода ГИ на графопостроитель или графический дисплей. Приняты следующие коды для соответствующих типов и видов линий: 0 — невидимая; 1 — сплошная основная; 2 — сплошная тонкая; 3 — штриховая; 4 — штрихпунктирная; 5 — линия штриховки; 6 — текстовая; 7 — размерная; 8 — размерная со стрелкой в начале; 9 — размерная со стрелкой в конце; 10 — размерная с двумя стрелками.

По умолчанию устанавливается тип линии с кодом 1 — сплошная основная. Тип линии задается оператором

$CALL\ SETSTL(ITIP),$

где в качестве параметра записывается код соответствующей линии. Установ-

ленный оператором тип линии будет действовать на все следующие операторы до введения нового типа линии. С помощью оператора CALL SETLAY (LAY) устанавливается текущее значение слоя в диапазоне 0...255 (слой 128 не высвечивается).

В геометрических операторах в списке параметров на месте любой геометрической или арифметической переменной могут стоять произвольные геометрические или арифметические выражения, определяющие значения этих переменных. Например, оператор

IL = IPLNPP (IPNTXY (0., 0.), IPNTLC (L, IC, IP3), IP3)

равносилен последовательности операторов:

IP1 = IPNTXY (0., 0.)

IP2 = IPNTLC (L, IC, IP3)

IL = IPI NPP (IP1, IP2, IP3).

Геометрические комплексы. Средствами «Эпиграфа» графические примитивы могут быть объединены в единое целое, так называемые геометрические комплексы (ГК). В них могут входить как примитивы, так и другие ГК. Геометрический комплекс (рис. П1.9) может представлять сложные иерархические структуры данных одно-, многоуровневые. Один ГО не может входить в состав более чем одного ГК. Для создания ГК используются следующие операторы:

IGK = INODE (IG1, IG2, ..., IGN)

— геометрический комплекс IGK, состоящий из ГО IG1, IG2, ..., IGN. Число параметров не должно превышать 200; IGK = INODE 0 (N, IAR (I)) аналогичен предыдущему. Здесь список ГО передается через массив IAR(I); N — число ГО;

CALL FNDADD (IGK, IGO) — добавляет ГО IGO к ГК IGK;

CALL FNDSUB (IGO) — исключает ГО IGO из состава ГК.

Любому ГК можно присвоить имя с помощью оператора

CALL SETSNM (NAME),

где NAME — литерал из четырех символов либо массив. Имя присваивается очередному ГК, создаваемому в программе, следующему за этим оператором. Геометрический комплекс, входящий в состав другого ГК, может быть найден в нем только по имени. Например, с помощью оператора

K2 IFIND ('KKK2', IG)

ГК K2 с именем 'KKK2' находят в ГК IG. Затем ГК K2 можно, например, исключить из ГК, в котором он был:

CALL FNDSUB (K2).

Идентификация ГК по имени используется в тех случаях, когда поименованный ГК создан вне разрабатываемой программы. В режиме интерактивной работы за графическим дисплеем с использованием графического редактора пользователь оперирует именами для идентификации ГО (при этом он может не знать соответствующих им значений геометрических переменных).

Таким образом, наименование ГК позволяет проводить анализ внутренней логической структуры ГК и на основе анализа производить необходимые преобразования над его составными частями.

Оператор натягивания контура. Геометрические объекты, состоящие из участков прямых и окружностей, могут формироваться с помощью оператора натягивания контура

IGO = ICON (IG1, IG2, ..., IGN).

Здесь IGO — определяемая кривая, натягиваемая на элементы IG1, IG2, ..., IGN, каждый из которых может быть точкой, прямой, окружностью, а также ГК, состоящими из этих примитивов. На результат работы оператора влияют ориентация ГО (за исключением точки), а также порядок перечисления ГО в списке параметров (рис. П1.10). На рис. П1.10, а, б продемонстрирован результат работы оператора, когда окружность IC2 ориентирована по-разному:

а) IGO = ICON (IC1, IP1, IP2, IC2, IC1);

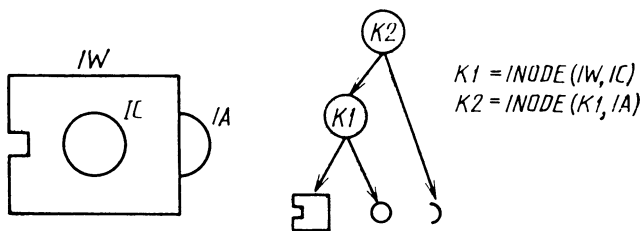


Рис. П1.9. Пример формирования геометрического комплекса K2, состоящего из ломаной IW, окружности IC и дуги IA

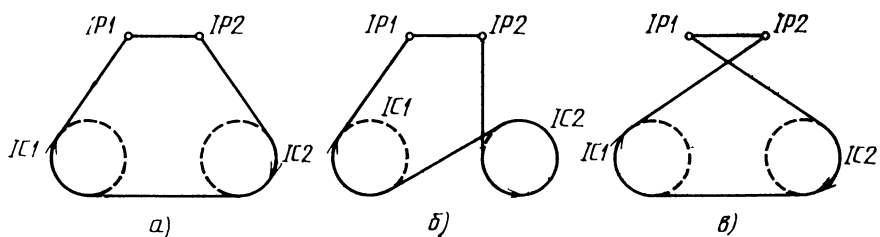


Рис. П1.10. Примеры графических изображений, полученных в результате работы оператора натягивания контура

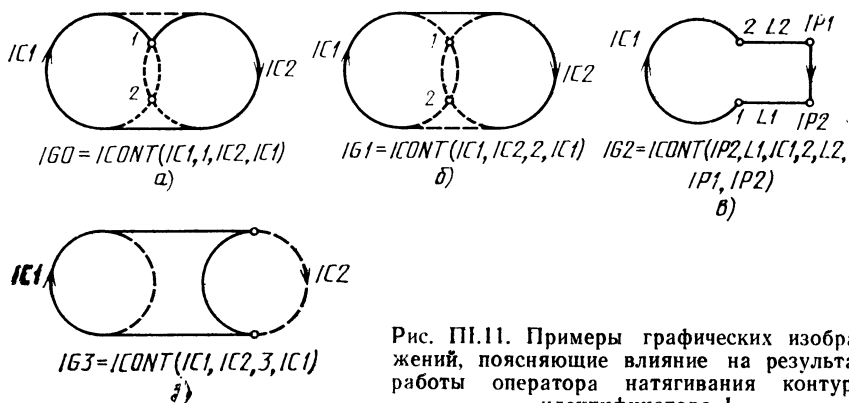


Рис. П1.11. Примеры графических изображений, поясняющие влияние на результат работы оператора натягивания контура идентификатора J

Рис. ПИ.12. Оператор штриховки

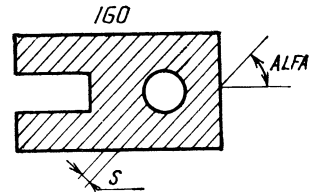
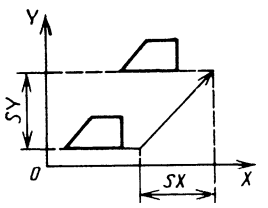
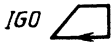
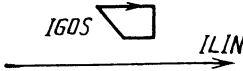


Рис. ПИ.13. Операторы геометрических преобразований

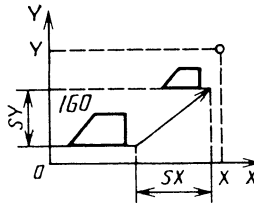
$$ISH = ISHTRH(1GO, S, ALFA)$$



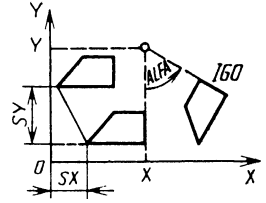
CALL FMOVE(1GO, SX, SY)



$$1GOS = ISIMP(1GO, 1LIN)$$



CALL FSCALE(1GO, SCALE, X, Y[, SX, SY])



CALL FROTAT(1GO, ALFA, X, Y[, SX, SY])

б) IGO = ICON(IC1, IP1, IP2, — IC2, IC1);
на рис. ПИ.10, а, в, порядок перечисления ГО в списке параметров разный:

в) IGO = ICON(IC1, IP2, IP1, IC2, IC1).

Содержание операции натягивания контура заключается в автоматическом создании контура, который получается путем обхода ГО, перечисленных в качестве параметров, с построением касательных, где это требуется (точка — окружность, окружность — окружность), а также отрезков между точками (см. рис. ПИ.10). Характер работы оператора натягивания контура изменится, если между геометрическими переменными в списке параметров вставить идентификатор J, которому можно присваивать три значения: 1, 2, 3. Если контур натягивается на взаимно пересекающиеся ГО (окружность — окружность, прямая — окружность) и он должен пойти не по касательной, а через точку пересечения (рис. ПИ.11, а, б), то при J = 1 этой точкой будет первая точка встречи (рис. ПИ.11, а), а при J = 2 — вторая (рис. ПИ.11, б); при J = 3 после выполнения очередного сопряжения обход последнего ГО будет осуществлен против его ориентации (рис. ПИ.11, в). Идентификатор ставится после перечисления предыдущей пары сопрягающихся ГО.

Оператор

$$IGO = ICON 0(N, IAR(I))$$

выполняет те же функции, что и предыдущий, только в нем все параметры (их количество N) объединены в один массив IAR(I).

Штриховка областей, ограниченных замкнутыми контурами (рис. ПИ.12).

Все линии штриховки объединяются в ГК ISH:

$$ISH = ISHTRH(IGO, S, ALFA);$$

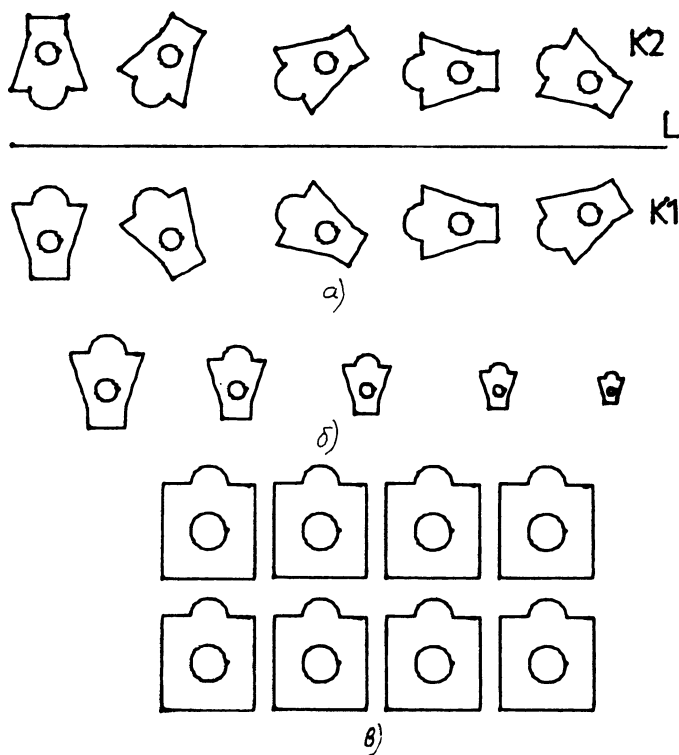


Рис. П1.14. Графическая иллюстрация работы операторов:

а — поворота и получения симметричных изображений; *б* — масштабирования; *в* — мультиплицирования

в операторе IGO — геометрический контур (ориентация контура значения не имеет); S — шаг штриховки; ALFA — угол наклона штриховых линий в градусах.

Объединение двух геометрических комплексов: ГК линий штриховки (ISH) и ГК контура, ограничивающего область, предназначенную для штриховки (IGO), позволит получить необходимый результат — заштрихованную область, ограниченную контуром (IG1):

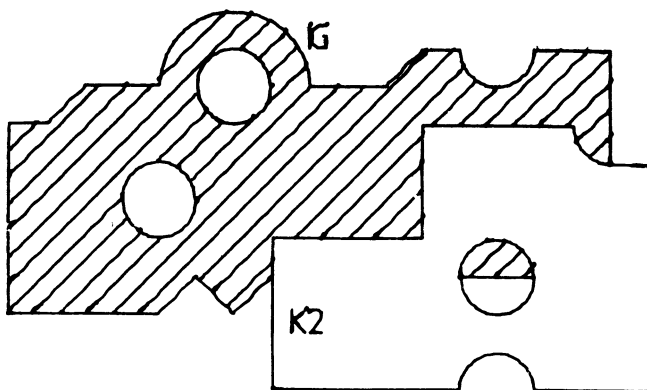
$$IG1 = INODE (IGO, ISH).$$

Операции над ГО (рис. П1.13). С помощью операторов «Эпиграфа» ГО можно переместить на другое место, мультиплицировать, повернуть, масштабировать, получить ГО, симметричный заданному (примеры на рис. П1.14). Операции можно производить над графическими примитивами, над ГК, а также над ГО, входящими в ГК.

$$CALL FMOVE (IGO, SX, SY)$$

— перемещает ГО IGO на вектор, заданный дискретными величинами SX, SY; $IG2 = IMOVE (IG1, SX, SY)$

— создает копию IG1 — IG2 и перемещает ее на расстояние, определенное вектором, заданным дискретными величинами; ГО IG1 в этом случае остается без изменения, на прежнем месте.



$IG_2 = LGCLD(IG, K2, '100')$

Рис. ПЛ.15. Пример экранирования графического объекта IG контуром K

Операторы

CALL FROTAT (IG, ALFA, X, Y [, SX, SY])

$IG_2 = IROTAT(IG_1, ALFA, X, Y [, SX, SY])$

осуществляют поворот ГО IG, IG₂, на угол ALFA, заданный в градусах, вокруг точки с координатами X и Y. Положительной ориентацией поворота считается поворот против часовой стрелки. Список параметров содержит необязательные параметры SX, SY — дискретные величины, задающие вектор, на который может быть перенесено повернутое изображение (если они присутствуют, поворот и перенос ГО совмещены).

С помощью операторов

CALL FSCALE (IG, SCALE, X, Y [, SX, SY])

$IG_2 = ISCALE(IG_1, SCALE, X, Y [, SX, SY])$

создается ГО в масштабе, соответствующем коэффициенту масштабирования SCALE (число) относительно центра масштабирования с координатами X, Y.

Операторами

CALL FSIMP (IGO, ILIN)

$IG_2 = ISIMP(IG_1, ILIN)$

создается ГО IGO, IG₂, симметричный заданному относительно прямой. При этом ориентация полученного ГО меняется на противоположную.

$IG_2 = IMLTPL(K, N1, N2, SX, SY)$

— осуществляет мультиплицирование ГО K с шагом SX, SY по осям X и Y соответственно; N1 — количество элементов в ряду, N2 — количество рядов мультиплицирования.

В состав пакета включены п/п, выполняющие **логические операции над ГО**. Под логическими операциями здесь понимается создание нового ГО, представляющего собой некоторое подмножество исходного (исходных) ГО. Логическое преобразование ГО осуществляется относительно замкнутого контура. При этом исходный ГО по отношению к этому контуру логически может состоять из трех частей, расположенных: вне контура, на контуре, внутри контура. Логическое преобразование ГО относительно замкнутого контура (контур может быть многосвязным) задается матрицей логического преобразования (МЛП), которая представлена в виде байтового массива или фортрановского литерала из трех (шести — для операций, адекватных операциям булевой логики) элементов: 1-й элемент МЛП задает действие над частью (подмножеством) ГО, лежащей вне контура преобразования; 2-й — на контуре; 3-й — внутри контура. Ненулевое значение лю-

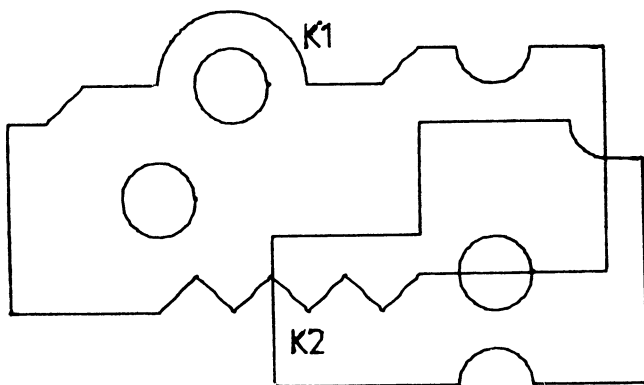


Рис. П1.16. Исходное расположение двух контуров

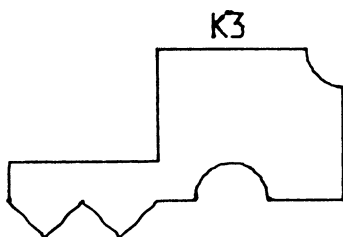


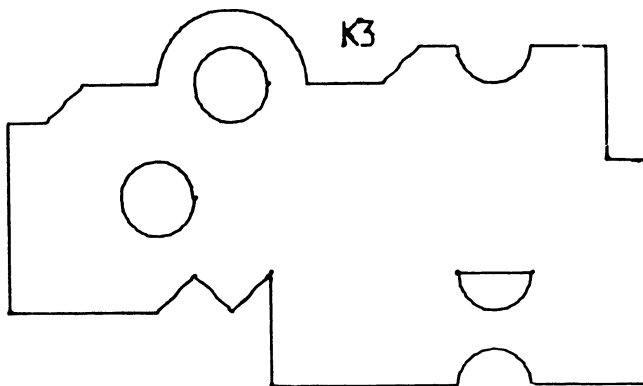
Рис. П1.17. Результат работы оператора, обеспечивающего логическое пересечение двух контуров, представленных на рис. П1.16

$$K3 = LGCL1(K1, K2, '001011')$$

бого элемента МЛП означает, что соответствующая ему часть исходного ГО будет присутствовать и в результирующем (создаваемом) ГО.

На рис. П1.15 иллюстрируется работа п/п ILGCL0, которая выполняет операцию произвольного экранирования. Результирующий ГО (на рисунке он заштрихован) получен путем логического преобразования исходного ГО относительно замкнутого контура. В данном примере использовалась МЛП = '100'. Ненулевое значение первого элемента МЛП в данном примере означает, что создаваемый ГО будет включать в себя ту часть исходного ГО, которая расположена вне контура преобразования. В случае, если бы была задана МЛП = '100'', результирующий ГО состоял бы из элементов, расположенных внутри контура преобразования. Таким образом, с помощью задания различных МЛП можно выполнять различные операции экранирования. МЛП = '111' задает тождественное преобразование исходного ГО.

На рис. П1.16 ... П1.18 иллюстрируется работа п/п ILGCL1, которая используется для операций, адекватных операциям булевой логики (конъюнкция, дизъюнкция) над контурами. Подпрограмма ILGCL1 создает новый ГО, являющийся результатом логического преобразования двух контуров друг относительно друга (исходные контуры не изменяются). В этой п/п МЛП состоит из шести элементов. Первые три элемента МЛП задают преобразование первого контура относительно второго, последние три элемента МЛП задают преобразование второго контура относительно первого. На рис. П1.16 изображены исходные контуры K1 и K2, участвующие в логической операции. На рис. П1.17 представлены результа-



$K3 = LGCL1(K1, K2, 100110)$

Рис. ПИ.18. Результат работы оператора, обеспечивающего логическое объединение двух контуров, представленных на рис. ПИ.16

Таблица ПИ.2

Значение масок, определяющих режим образмеривания

Восьмеричное значение маски	Описание
1	Запретить формирование выносной линии от точки IP1
2	Запретить формирование выносной линии от точки IP2
4	Запретить формирование стрелки в начале размерной линии
10	Запретить формирование стрелки в конце размерной линии
20	Условный перенос размерной надписи влево (если размерная надпись не помещается между выносными линиями, то перебросить ее влево)
40	Условный перенос размерной надписи вправо
100	Безусловный перенос размерной надписи влево
200	Безусловный перенос размерной надписи вправо
400	Размерная линия формируется параллельно оси абсцисс, независимо от наклона выносных линий
1 000	Размерная линия формируется параллельно оси ординат, независимо от наклона выносных линий
2 000	Разрешить переброс стрелок при перебросе размерной надписи
4 000	При перебросе размерной надписи влево (вправо) размещать ее на полочке
10 000	Условное размещение размерной надписи на полке-выноске
20 000	(Резерв)
40 000	Размещение размерной надписи на полке-выноске
100 000	Запретить формирование размерной линии

ты работы п/п ILGCL1 над контурами K1, K2. Логическую операцию, адекватную конъюнкции, задает МЛП = '001011'. На рис. П1.18 представлен результат операции над теми же контурами с МЛП = '100110'. В данном случае МЛП задает операцию дизъюнкции исходных контуров.

Задание различных МЛП позволяет с помощью всего одной п/п выполнять самые различные логические операции над контурами. Например, МЛП = '100011' задает операцию «вычитания» одного контура из другого. Для выполнения этой же процедуры в терминах булевой логики требуется, как минимум, две операции (операция пересечения и операция дополнения). Таким образом, использование МЛП обладает тем преимуществом, что позволяет совместить в одной логической операции последовательность операций булевой логики.

В состав пакета входят п/п вычисления расстояний между ГО, вычисления площади, ограниченной замкнутыми контурами, а также большое количество сервисных п/п, обеспечивающих возможность создания новых п/п, расширяющих функциональные возможности пакета.

Для формирования линейных размеров используется п/п IGOR = IRAZML (IP1, IP2, ALFA, H, R [KOD] [,S1] [,SV] [,SN] [,S2]), которая формирует ГК, включающий в себя элементы размера (выносные и размерные линии, размерную надпись). Универсальность данной п/п определяется использованием в качестве одного из параметров кода образмеривания, который определяет режим образмеривания. Значение кода образмеривания может быть сформировано дизъюнкцией кодов, представленных в табл. П1.2.

Код по умолчанию 2020 (20 — условный перенос размерной надписи влево, 2000 — перебор стрелок при переборе размерной надписи).

Архивация и восстановление ГО из архива. В состав пакета входит п/п копирования ГО ICOPY. С помощью п/п ISAVE ГО записывается в файл на магнитном диске. Для чтения ГО из файла используется п/п IUNSAV.

Помимо описанного выше пакета п/п программный комплекс «Эпиграф» содержит все программные средства для реализации его на технических средствах АРМ-М на базе СМ ЭВМ (программу вывода ГИ на графопроектор АП 7251, программу ввода ГИ с кодировщика ПКГИ-0, микропроцессор ПКГИ-0 и др.), системы 15УТ-4-017 («Кулон 1»), а также программу ввода ГИ и графический редактор для графического дисплея ЭПГ-СМ.

Список литературы

1. **Автоматизация** чертежно-конструкторских работ /Под ред. Э. Т. Романычевой. — М.: МИЭТ, 1987. — 97 с.
2. **Автоматизация** проектирования в электронике. — Киев: Техника, 1981. — Вып. 29. — 120 с.
3. **Адамов Ю. Ф., Розинов В. Л.** Полузаказные логические БИС и тенденции их развития // Зарубежная электронная техника. — 1985. — № 4. — С. 3—64.
4. **Антипов А. В.** Система графического обеспечения для АРМ-М «ЭПИГРАФ». // Материалы научно-технической конференции «Опыт и перспективы развития ГПС в приборостроении и микроэлектронике». — М.: МИЭТ, 1986. — С. 52, 53.
5. **Баяковский Ю. М., Галактионов В. А., Кудин Б. В.** Графические стандарты (обзор). — Препринт. — М. — 1984. — 36 с. (№ 155).
6. **Баяковский Ю. М., Галактионов В. А., Михайлова Т. Н.** ГРАФОР. Графическое расширение ФОРТРАНа. — М.: Наука, 1985. — 288 с.
7. **Беляков М. И., Ливеровский А. Ю., Семик В. П., Щаудкулис В. И.** Инструментальная мобильная операционная система ИНМОС. — М.: Финансы и статистика. — 1985. — 231 с.
8. **Беляков Ю. Н., Горбунов Ю. З.** Программный комплекс оптимизации в системе автоматизированного схематического проектирования САМРИС-3// Электронная техника. Сер. 3. Микроэлектроника. — 1984. — Вып. 6. — С. 49—57.

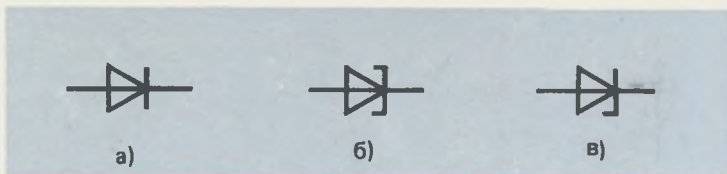
9. Система автоматизированного проектирования МДП матричных БИС «ТО-ПАЗ-3000»/В. А. Бачманов, Е. Г. Горлач, Ю. А. Мухин, А. П. Подобаев// Электронная промышленность. — 1986. — Вып. 3. — С. 34—36.
10. Бирюков В. В., Рыбаков А. В., Шакура Ю. П. Введение в систему программирования ОС РВ/Под ред. проф. Лебедева В. Н. — М.: Финансы и статистика, 1986. — 192 с.
11. Операционная система СМ ЭВМ РАФОС/Л. И. Валикова, Г. В. Вигдорчик, А. Ю. Воробьев, А. А. Лукин; Под ред. В. П. Семика. — М.: Финансы и статистика, 1984. — 207 с.
12. Горбунов-Посадов М. М., Луканева Т. И., Хиздер Л. А. Пакет ПАКТ: автоматизированная подготовка конструкторских спецификаций — Препринт. — М., 1987. — 31 с. (Ин-т приклад. математики имени М. В. Келдыша АН СССР, № 10).
13. Горелик А. Г. Автоматизация инженерно-графических работ с помощью ЭВМ. — Минск: Вышэйшая школа, 1980. — 206 с.
14. Данилович В. П., Одинцов Б. В., Пеледов Г. В. Справочник системного программиста по операционной системе ОС ЕС/Под ред. Райкова Л. Д. — М.: Финансы и статистика, 1982. — 288 с.
15. Дебелов В. А., Мацокин В. А. Система машинной графики СМОГ-85 // Материалы Всесоюз. конференции по проблемам машинной графики и цифровой обработки изображений. — Владивосток, 1985. — С. 9, 10.
16. Динев Р., Мукарева Кр., Петров М. Система для логического моделирования цифровых схем // Вычислительная техника социалистических стран. — М.: Финансы и статистика. — 1984. — Вып. 15. — С. 37—43.
17. Дудаевский Е. И., Ковалев Е. К., Руденко А. А. Концепции создания базовой тиражируемой САПР // Электронная техника. Сер. 3. Микроэлектроника. — 1986. — Вып. 2 (118). — С. 55—61.
18. Горбунов Ю. З., Егоров Б. Ю., Федынский А. В. Программное обеспечение задач оптимизации цифровых БИС в системе САМРИС-2М // Электронная техника. Сер. 3, Микроэлектроника. — 1981. — Вып. 5. — С. 45—54.
19. Ёлшин Ю. М. Автоматизированные рабочие места при проектировании РЭА. — М.: Радио и связь, 1983. — 128 с.
20. ЕСКД. Справ. пособие. — М.: Изд-во стандартов, 1986. — С. 280.
21. Зозулевич Д. М., Борисова Г. Б., Максимова Л. Г. Пакеты программ автоматического черчения для единой системы ЭВМ. — Минск: Вышэйшая школа, 1978. — 141 с.
22. АКИМС — система автоматизированного синтеза топологии матричных БИС /Г. Г. Казеннов, В. М. Михов, Е. В. Сердобинцев и др. // Теоретические и прикладные вопросы разработки и эксплуатации САПР РЭА: Тез. докл. на Всесоюз. конференции. — М.: МАИ, 1986. — С. 23—25.
23. Инвариантные компоненты машиностроительных САПР. Модули ввода данных и формирования текстовых документов /В. И. Клявзуник, И. Е. Петрович, Л. В. Губич и др.; Под ред. В. В. Адамчика, А. И. Петровского // Материалы по программному обеспечению ЭВМ. — Минск: Ин-т техн. кибернетики АН БССР, 1987. — С. 110.
24. Диалоговый комплекс программ многоуровневого логического моделирования цифровых БИС на мини-ЭВМ/Е. К. Ковалев, В. С. Костюк, Н. Ф. Могиленко, А. А. Руденко // Электронная техника. Сер. 3, Микроэлектроника. — 1986. — Вып. 1. — С. 31—44.
25. Котов Ю. В. Геометрическое конструирование и машинная графика. — М.: МАДИ, 1983. — Ч. II. — С. 115.
26. Межов В. Е., Талов И. Л., Черняев Ю. Н. Прикладное программное обеспечение проектирования печатных плат // Электронная промышленность. — 1981. — Вып. 1 (97). — С. 34—36.
27. Справочник по машинной графике в проектировании /В. Е. Михайленко, Л. А. Кириевский, В. А. Анпилогова и др., Под ред. В. Е. Михайленко, А. А. Лященко — Киев: Будивельник, 1984. — 184 с.

28. **Морозов К. К., Одинокое В. Г., Курейчик В. М.** Автоматизированное проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры. — М.: Радио и связь, 1983. — 280 с.
29. **Несущие конструкции радиоэлектронной аппаратуры** /П. И. Овсищев, А. И. Пименов, Ю. В. Голованов и др.—М.: Радио и связь, 1988. — 240 с.
30. **Оганесьянц Л. Г., Скворцов С. В., Щербаков В. Е.** Система проектирования заказных слоев межсоединений матричных биполярных БИС. Подсистема топологического проектирования // Электронная техника. Сер 3, Микроэлектроника. — 1985. — Вып. 3 (115). — С. 43—49.
31. **Ойхман Е. Г.** Графические системы для СМ ЭВМ. — М.: Наука, 1986. — 192 с.
32. **Общие правила выполнения чертежей ЕСКД.** — М.: Изд-во стандартов, 1984. — С. 240.
33. **Отраслевой фонд алгоритмов и программ АСУ Минприбора: Каталог.** — Калинин, 1987. — 68 с.
34. **Автоматизация проектирования топологии БИС на базовых матричных кристаллах**/А. И. Петренко, А. Я. Тетельбаум, Б. Л. Шрамченко, Н. В. Луганский // Зарубежная радиоэлектроника. — 1985. — № 8. — С. 26—40.
35. **Петренко А. И., Тетельбаум А. Я., Шрамченко Б. Л.** САПР Киев-1502 двусторонних печатных плат на УВК СМ-4 // Теоретические и прикладные вопросы разработки, внедрения и эксплуатации системы автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры. Тез. докл. Всесоюз. совещания-семинара. — М., 1984. — С. 124, 125.
36. **Автоматизированное проектирование БИС и СБИС в ЧССР**/И. Пилуха, П. Глоушек, Я. Пейчо, Л. Нойман // Вычислительная техника социалистических стран. — М.: Финансы и статистика. — 1984. — Вып. 15. — С. 101—108.
37. **Разработка и оформление конструкторской документации РЭА: Справ. пособие**/Э. Т. Романычева, А. К. Иванова, А. С. Куликов, Т. П. Новикова. — М.: Радио и связь, 1984. — 265 с.
38. **САПР зарубежных фирм. Приборы, средства автоматизации и системы управления.** ТС-3//Автоматизированные системы управления. — М., 1986. — Вып. 7. — С. 11.
39. **САПР за рубежом. Приборы, средства автоматизации и системы управления.** ТС-3 // Автоматизированные системы управления. — М., 1986. — Вып. 5. — С. 43.
40. **Язык ГРАФИТ для описания, редактирования, хранения и визуализации моделей двухмерных геометрических объектов и чертежей** // Машинная графика и ее приложения. — Новосибирск, 1983. — С. 63—91.
41. **Тодорой Д. Н.** Расширяемые средства машинной графики (программное обеспечение) /Под ред. С. Я. Виленкина — М.: Радио и связь, 1983. — 208 с.
42. **Унифицированные интерактивные средства проектирования изделий электронной техники** / Б. Л. Толстых, И. Л. Талов, В.Н. Харин и др.—М.: Радио и связь, 1984. — 136 с.
43. **Федоренко В. А., Шошин А. И.** Справочник по машиностроительному черчению/Под ред. Поповой Г. Н. — 14-е изд., перераб. и доп. — Л.: Машиностроение, 1982. — 416 с.
44. **Фоли Дж., Вэн Дэм А.** Основы интерактивной машинной графики: Пер. с англ./Под ред. Ю. М. Баяковского — М.: Мир, 1985. — 368 с.
45. **Хьюз Ч., Пфлигер Ч., Роуз Л.** Методы программирования: курс на основе ФОРТРАНа/Пер. с англ. Ю. В. Ступина; Под ред. Ю. М. Баяковского. — М.: Мир, 1981. — 336 с.
46. **Шибает А. И., Ефремов В. В., Ермошин Г. Н.** Система автоматизированного проектирования узлов и деталей на основе библиотек параметрических моделей изображения //Математическое обеспечение систем с машинной графикой. — Ижевск, 1985. — С. 58, 59.
47. **Якушев А. И. Воронцов Л. Н., Федотов Н. М.** Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. — М.: Машиностроение, 1987. — 352 с.

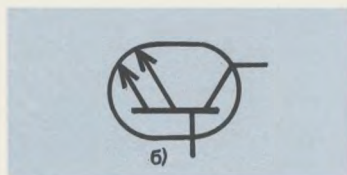
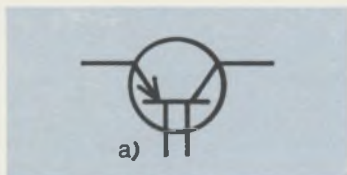
ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Список сокращений	4
Глава 1. Основные положения ЕСКД	6
1.1. Виды изделий. Стадии разработки конструкторской документации	6
1.2. Комплектность конструкторских документов	8
1.3. Учет и хранение конструкторских документов	17
1.4. Обозначение документов. Основная надпись	22
1.5. Форматы. Масштабы	28
1.6. Нанесение предельных отклонений	29
1.7. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей	41
1.8. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц	45
1.9. Текстовые документы	49
Глава 2. Основные положения автоматизации разработки и выполнения конструкторских документов	55
2.1. Общие сведения	55
2.2. Основные принципы построения и структура системы автоматизации разработки и выполнения конструкторской документации	59
2.3. Техническое обеспечение	69
2.4. Программное обеспечение	78
Глава 3. Обязательные чертежи рабочей документации. Чертежи деталей	84
3.1. Общие требования	84
3.2. Штампованные и гнутые детали	86
3.3. Литые детали	95
3.4. Детали, подвергающиеся механической обработке. Шероховатость поверхности	97
3.5. Пластмассовые детали и армированные изделия	106
3.6. Автоматизация выполнения чертежей деталей	110
Глава 4. Сборочные чертежи. Групповые и базовые конструкторские документы	119
4.1. Сборочные чертежи и спецификации. Разъемные соединения	119
4.2. Групповые и базовые конструкторские документы	127
4.3. Автоматизация выполнения конструкторских документов на сборочную единицу	136
Глава 5. Оформление чертежей некоторых изделий радиоэлектронной аппаратуры	146
5.1. Детали, обрабатываемые совместно	146
5.2. Изделия, содержащие надписи, знаки, шкалы, фотоснимки	148
5.3. Пружины	150
5.4. Рабочие чертежи зубчатых колес, реек, червяков и их соединений	150
5.5. Оптические изделия	156
5.6. Неразъемные соединения	163

	5.7. Конструкторская документация упаковки	169
	5.8. Покрyтия и термическая обработка. Маркирование и клеймение	183
Г л а в а	6. Чертежи изделий с электромонтажом	186
	6.1. Изделия с электрическими обмотками	186
	6.2. Чертежи печатных плат. Печатная плата (деталь)	187
	6.3. Печатный узел	200
	6.4. Примеры САПР печатных плат	206
	6.5. Чертежи для электромонтажа. Материалы	211
	6.6. Чертежи жгутов, кабелей и проводов	221
Г л а в а	7. Модульные и несущие конструкции	225
	7.1. Электронный блок и печатный узел в модульном исполнении	225
	7.2. Базовые несущие конструкции	232
	7.3. Компоновка несущих конструкций блока	241
	7.4. Автоматизация разработки и выполнения конструкторской доку- ментации электронного блока	247
Г л а в а	8. Чертежи интегральных микросхем	264
	8.1. Общие сведения	264
	8.2. Топологические чертежи гибридных интегральных микросхем	269
	8.3. Топологические чертежи толстопленочных микросхем	278
	8.4. Топологические чертежи тонкопленочных микросхем	279
	8.5. Оформление сборочных чертежей гибридных интегральных микро- схем, содержащих бескорпусные электрорадиоэлементы	281
	8.6. Бескорпусные электрорадиоэлементы	287
Г л а в а	9. Чертежи полупроводниковых интегральных микросхем	302
	9.1. Понятие о конструкции полупроводниковых интегральных микро- схем	302
	9.2. Топологические чертежи полупроводниковых интегральных микро- схем. Сборочный чертеж микросхемы в корпусе	307
	9.3. Примеры САПР интегральных микросхем	316
Г л а в а	10. Общие сведения о схемах	320
	10.1. Виды и типы схем	320
	10.2. Общие требования к выполнению схем. Схема деления	328
Г л а в а	11. Электрические схемы	330
	11.1. Структурные схемы	330
	11.2. Функциональные схемы	332
	11.3. Принципиальные схемы	332
	11.4. Схемы соединений	346
	11.5. Схемы подключения, общие схемы и схемы расположения	349
	11.6. Условные графические обозначения в электрических схемах	351
	11.7. Особенности оформления электрических схем цифровой вычисли- тельной техники	351
	11.8. Обозначения элементов аналоговой техники	378
Г л а в а	12. Оптические и кинематические схемы	385
	12.1. Оптические схемы	385
	12.2. Кинематические схемы	392
Г л а в а	13. Гидравлические и пневматические схемы	407
	13.1. Структурные схемы	407
	13.2. Принципиальные схемы	408
	13.3. Схемы соединений	418
	13.4. Комбинированные схемы. Вакуумные схемы. Условные графичес- кие обозначения в пневматических и гидравлических схемах	430
	Приложение I. Краткие сведения о графическом пакете «Элиграф»	430
	Список литературы	444

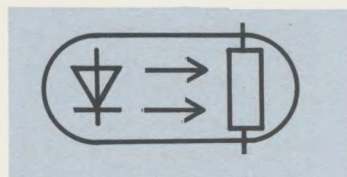
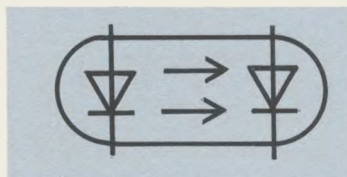
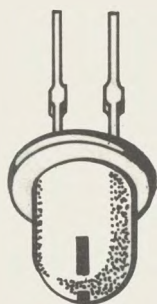


- а) Диод полупроводниковый
- б) Диод туннельный
- в) Стабилитрон



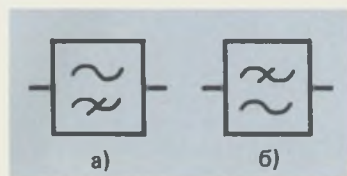
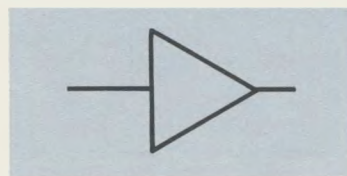
- Транзистор:
- а) типа *p-p* с двумя базовыми выводами

- б) двухэмиттерный типа *p-p*



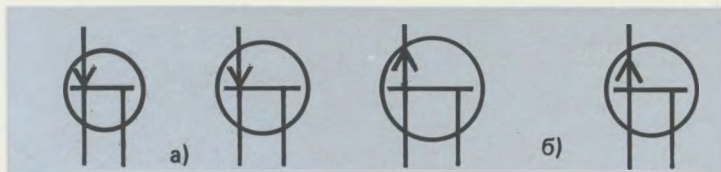
- Оптрон диодный: совмещенный способ изображения

- Оптрон резисторный

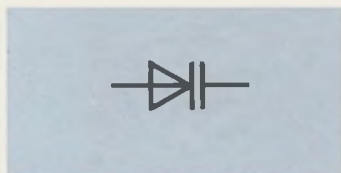


- Усилитель. Знаки, характеризующие вид или принцип работы усилителя, вписываются внутри. Вершина треугольника указывает направление передачи

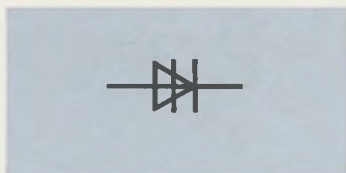
- Фильтр частотный:
- а) верхних частот
 - б) нижних частот



Полевой транзистор:
а) с каналом *n*-типа
б) *p*-типа



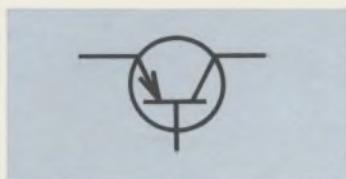
Варикап



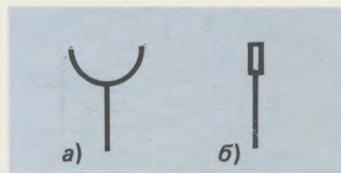
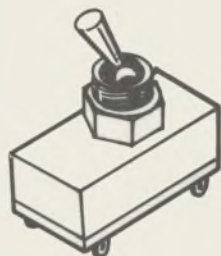
Тиристор
диодный



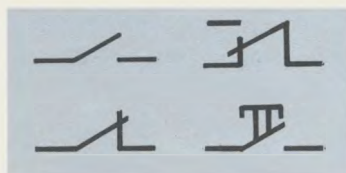
Транзистор
типа *n-p-n*



Транзистор
типа *p-n-p*



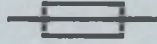
а) Гнездо световодного соединителя
б) Штырь световодного соединителя



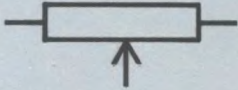
Контакт выключателя и переключателя:
а) замыкающий
б) размыкающий
в) переключающий
г) кнопочный нажимной



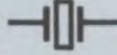
Заземление



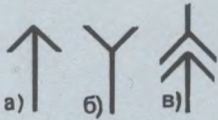
Предохранитель плавкий



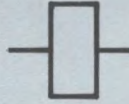
Потенциометр функциональный



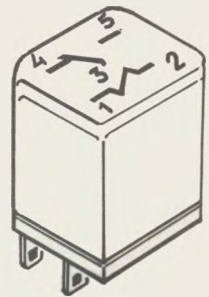
Элемент пьезоэлектрический



Контактные разъёмные соединения (низкочастотные):
а) штырь б) гнездо
в) соединение



Катушка электромагнитного устройства



Световод одномодовый



Световод многомодовый со ступенчатым профилем показателя преломления